

ISSN 1512-3936

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მშენებლობის პროექტირების და
ექსპერტიზის ცენტრი

მშენებლობა

№3(42) 2016

სამეცნიერო-ტექნიკური
ქრონიკა



თბილისი 2016

შ ე ნ ე ბ ლ ო ბ ა

მთავარი რედაქტორი – მალხაზ წიქარიშვილი
მთავარი რედაქტორის

მოადგილეები – გელა ყიფიანი
როინ იმედაძე

დამფუძნებელი
გიორგი ლაღუნდარიძე

სამეცნიერო-სარედაქციო კოლეგიის წევრები:

ბაციკაძე თამაზი, გურგენიძე დავითი, დანელია დემური, დრაშკოვიჩი ფერდინანდი (სლოვაკეთი), კვიციანი ტარიელი, კოლუა ნოდარი, კლიმიაშვილი ლევანი, კუბლაშვილი მურმანი, კუბესკოვა დარია (ჩეხეთი), მახვილაძე რევაზი, მეძმარიაშვილი ელგუჯა, მიაჩენკოვი ვლადიმერი (რუსეთი), მშვენიერაძე ინგუშა, ნადირაძე ანზორი, რაიჩიკი იაროსლავი (პოლონეთი), რეკვავა პაატა, რიპი იანი (ჰოლანდია), ფრანგიშვილი არჩილი, ჩერნოგოლოვი იგორი (რუსეთი), ჩიხლაძე ვლადიმერი, ჩიქოვანი არჩილი, ციხელაშვილი ზაური, ცხვედაძე რევაზი, ჭოხონელიძე გუგა, ხაზარაძე ომარი, ხმელიძე თამაზი, ჯავახიშვილი მარინა.

პასუხისმგებელი მდივანი: თინათინ მაღრაძე

საკონტაქტო ტელ. 65-93; 599-478422

E-mail: tinmag@mail.ru

ვებ-გვერდი: www.sheneba.ge

კომპიუტერული და გრაფიკული უზრუნველყოფა
ლიკა ლაღუნდარიძე

: . .
 .
 : . . ; :
 : . .
 - :
 . . , . ; . . ; . . (); ; . .
 ; . . ; . . ; . . ; . . ; . . ; . .
 . . Кубескова Д. (Чешская республика); ; . . ; . .
 ; . . (); . . ; . . ; . .
 (); (); . . ; . . ();
 . . ; . . ; . . ; . . ; . . ; . .
 ; . . , . . .

: . .
 : 65-93; 599 478422
E-mail:tinmag@mail.ru
 - : www.sheneba.ge
 :
 . .

BUILDING

EDITOR-IN-CHIEF: M. Tsikarishvili

DEPUTY EDITORS

IN-CHIEF: G. Kipiani;

R. Imedadze

CONSTITUTIVE:

G. Lagundaridze

MEMBERS OF SCIENTIFIC-EDITORIAL BOARD:

T. Batsikadze; Chernogolov (Russia); V. Chikladze; A. Chikovani; G. Chokhonelidze;
 D. Gurgenidze; D. Danelia; F. Drashkovich; M. Javakhishvili; T. Kvitsiani; O.
 Khazaradze, T. Khmelidze; N. Kodua; L. Klimiashvili; M. Kublashvili; D. Kubeskova
 (Czech Republic); R. Makhviladze; E. Medzmariashvili; V. Miachenkov (Russia); I.
 Mshvenieradze; A. Nadiradze; A. Prangishvili; Y. Raichik (Poland); J. Rip (Nederland);
 P. Rekvava; Z. Tsikhelashvili; R. Tskhvedadze.

Responsible secretary T. Magradze

Tel: 65-93; 599 478422

E-mail:tinmag@mail.ru

Web-site:www.sheneba.ge

Computer and Program providing:

L. Lagundaridze

შინაარსი

ჟ. გიგინეიშვილი, ნ. ინწკირველი, გ. გედევანიშვილი, ნ. ქავთარაძე, ჯ. ფირცხალაგა. ისტორიული და მონუმენტალური ხუროთმოძღვრული ძეგლების, მფავვე ავარიული და დაზიანებული შენობა-ნაგებობების საპროექტო-საკონსტრუქციო გადაწყვეტიების საქმიანობასთან დაკავშირებული რისკების პრევენციისა და მინიმიზაციის თანამედროვე გზები.....6

დ. გურგენიძე, ა.ჩიქოვანი. ბეტონი მოდიფიცირებულ თაბაშირშემავსებლებზე.....18

ა. ფრანგიშვილი, ზ. ციხელაშვილი, ნ. ჩხეიძე, ი. ქადარია, პ. გიორგაძე. სანაპირო არეზე მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ნაგებობის მოწყობისას მოსალოდნელი შედეგები.....22

ლ. კლიმიაშვილი, ნ. ნებიერიძე. ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ჩამდინარე-საყოფაცხოვრებო წყლების მექანიკური და ბიოლოგიური ბაზმენდის შესაძლო პრინციპული სქემის შესახებ27

ტ. კვიციანი. შერღულს ბრუნტის ზღვრული დაკაბულ-დეფორმირებული მდებარეობის ცვლილება სამთო სამუშაოების შესრულების პროცესში .32

რ. იმედაძე, ლ. ბერიძე, თ. მაღრაძე. ნაბვის დასაწვავი საღებურები გარემოს მინიმალური დაჭურჭიანებით39

დ. გურგენიძე, ლ. კახიანი, მ. სულაძე. რკინაბეტონის მაღლივი კარკასული შენობები და მათი სეისმომდებობაზე გაანგარიშების არსებული პრობლემები42

ი. შვარცია, ა. შირიშანიშვილი. თანამედროვე ხარახობის გამოყენების მრავალმხრივი შესაძლებლობები45

შ. ბატანიძე, ლ. ზამბახიძე, გ. შალიტაური. შენობათა ფასადის კედლებში გარ-ფანჯრის ბლოკების ჩამაბრების საპითხისათვის49

ა. ნადირაძე, ა. კანკაბა. ახალი თაობის ბეტონები მშრალ წვრილმარცვლოვან-ფხვნილოვან შემსუბუქებზე 52

ა. ახვლედიანი, ა. გოგოლაძე, გ. ახვლედიანი. ქარის ძრავების სახეობები.56

ლ. აგალიშვილი, ზ. კველელაშვილი, მ. თავაძე, ხ. გორჯოლაძე. რკინაბეტონის ჩარჩოვანი კარკასის გაანგარიშება სეისმომდებობაზე ცხრილების დახმარებით60

ა. ხატელაშვილი. ქსელურ-ცენტრული ომი (NWC)65

თ. ბაციკაძე, ნ. მურდულია, ჯ. ნიჭარაძე. შედგენილი ცილინდრული ბარის არასტაციონარული დეფორმაციის საპითხისათვის69

ი. მასპინძელიშვილი, ი. ქადარია. სივრცეში მოცემული ამოქნევილი მრავალკუთხედის მიმართ წერტილის მდებარეობის დადგენა, თუ წერტილი და მრავალკუთხედი ერთ სიბრტყეზე მდებარეობს73

დ. ჯანყარაშვილი, დ. ტაბატაძე, კ. იაშვილი, ლ. ქრისტესიაშვილი. ბამბინაში ცენტრიდანული ძალების გავლენა დისკის კუთხურ სიჩქარესა და დატვირთვის ინტენსივობაზე.....78

დ. ბაქრაძე, თ. ამყოლაძე. ბეტონის შემავსებლების ცენტრიფუგის მეთოდი.....85

ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე, ა. ჩიქოვანი. ბეტონის ტექნიკური ნორმები, ევროკულთან შესაბამისობაში89

თ. პაპუაშვილი, გ. ჯღამაია, მ. სულამანიძე. რეზინობიტუმიებისა და კოლიმერბიტუმიების რეოლოგიური თვისებები95

რ. გიორგობიანი, გ. სოხაძე. ოსქელკედლიანი ცილინდრის გაანგარიშება რთული დეფორმაციის პირობებში.....102

მ. ჯავახიშვილი, ჯ. სამხარაძე. სასურველი აკუსტიკისა და ბგერის მაღალი იზოლაციის ხარისხის მიღწევის შესაძლებლობები 105

ი. ქვარაია რკინაბეტონის წრიულ ზედაპირზე მაღალი დიოპტრის მოწყობის ტექნოლოგიური გადაწყვეტა111

ტ. კვიციანი მთის ქანების ფერდობების მდგრადობაზე გაანგარიშება ზღვრული დაბაბული მდგრადობის მეთოდით114

..... 121

შ. ბატანიძე, ლ. ზამბახიძე, ბ. შალიტაური. კლდოვანი და ნახევრდაკლდოვანი მთის ქანების შრეებისაგან შედგენილი ფერდობების მდგრადობა124

..... 129

ა. ხატელაშვილი. სამხედრო თანამგზავრული სისტემის პროექტი132

გ. ნოზაძე. ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე შედგენილი კვეთის კოჭის ექსპერიმენტული კვლევა136

თ. მახარაშვილი, გ. ხოფერია. საბჭოთა პერიოდის მსხვილი საცხოვრებელი მასივების რეკონსტრუქციის უცხოური გამოცდილება 140

მ. ბუგიაშვილი, ნ. მუმლაძე, თ. შუბითიძე. ორთოცენტრული სამკუთხედის პერიმეტრი145

თ. მახარაშვილი გ. ხელაძე. თბილისის საპარკო რეკონსტრუქციული ლანდშაფტების ფორმირება XIX-XX საუკუნეებში (საბჭოთა და პოსტსაბჭოთა პერიოდი).....148

ლ. კლიმიაშვილი, ნ. ნეზიერძე. ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი ჯარბტენიანი ეკოსისტემებით გაფენდის საზღვარგარეთული გამოცდილების შესახებ.....154

მილოცვა160

SUMMARIES.....163

-

«

»

-

!

, :

?!
-

!

...

. .

**ისტორიული და მონუმენტალური ხუროთმოძღვრული ძეგლების, მშენებ
ავარიული და დაზიანებული შენობა-ნაგებობების საპროექტო-
საკონსტრუქტორო გადაწყვეტილების საქმიანობასთან დაკავშირებული
რისკების პრევენციისა და მინიმიზაციის თანამედროვე ბუჯები**

**ჟ. გიგინეიშვილი, ნ. ინჭკირველი, გ. გედევანიშვილი,
ნ. ქავთარაძე, ჯ. ფირცხალავა**

რეზიუმე: საქართველში მრავლადაა სხვადასხვა დანიშნულების მონუმენტალური ხუროთმოძღვრების ძეგლები, რომელთა დიდი ნაწილი მოითხოვს გადაუდებელი გამაგრება-გაძლიერების, აღდგენის, სარეაბილიტაციო და სარესტავრაციო სამუშაოების ჩატარებას. ბოლო წლებში, ასევე მომრავლდა ავარიული და დაზიანებული საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობა-ნაგებობები. ავარიების გამომწვევ მიზეზებად კი როგორც წესი სახელდება: საძირკვლის ქვეშა გრუნტებში ტექნოგენური პროცესებით გამოწვეული ცვლილებები, მათი ტექნიკური მომსახურების გაუმართაობა, არასწორი საყოფაცხოვრებო საექსპლუატაციო პირობები და სხვა. ასეთ შემთხვევაში ავარიული შენობა-ნაგებობა განიხილება, როგორც რთული ტექნიკური სისტემა, რომელმაც განიცადა დეფორმაციები და ნგრევები, მზიდ ელემენტებში წარმოშობილია ბზარები, ხშირად ამორტიზებული და ფაქტობრივად დეგრადირებულია მზიდი კონსტრუქციების შემადგენელი მასალები და სხვა ფაქტორები.

ნაშრომში წარმოჩენილია, როგორც ისტორიული ძეგლების, ასევე სხვა შენობა-ნაგებობების ტექნიკური კვლევის, მათი დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის სრულფასოვანი და ყოველმხრივი ანალიზის საფუძველზე აღდგენა-რეაბილიტაციის გზები და ხერხები თანამედროვე მასალების გამოყენებით.

საკვანძო სიტყვები: ავარიული და დაზიანებული შენობა-ნაგებობები, ისტორიულ-კულტურული ხუროთმოძღვრების ძეგლები, კომპიუტერული მოდელირება და გაანგარიშება, კონსტრუქციათა დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა, რისკების პრევენცია, მინიმიზაცია, თანამედროვე მასალები, აღდგენა, გამაგრება-გაძლიერება, რეაბილიტაცია, რესტავრაცია.

1. შესავალი

დღევანდელი გადმოსახედიდან არქიტექტურულ-სამშენებლო საქმიანობასთან დაკავშირებული სამეცნიერო და საპროექტო საქმიანობა წარმოადგენს რთულ პროცესს, რომელიც მოითხოვს ღრმა ცოდნას და პირდაპირ კავშირშია მთელ რიგ თეორიულ და ფუნდამენტურ მეცნიერების საფუძვლებთან. რაც შეეხება უშუალოდ დაზიანებულ შენობა-ნაგებობათა კონსტრუქციების გამაგრება-გაძლიერებისა და მათი აღდგენა-რეაბილიტაციისათვის საჭირო პროექტირების პროცესს, თანამედროვე

-

«

»

მოთხოვნების შესაბამისად, იგი შესაძლოა მოიცავდეს სამშენებლო ობიექტების სასიცოცხლო ციკლის ეტაპებს: პროექტირება, მშენებლობა, ექსპლუატაცია და დეგრადაცია.

(აქვე გვსურს აღვნიშნოთ, რომ საუკუნეების მანძილზე ქართველი მშენებელების მიერ შექმნილი მრავალი არქიტექტურული ძეგლი დღემდე იმსახურებს სხვადასხვა ქვეყნების სპეციალისტთა განსაკუთრებულ ყურადღებას, მაგრამ სამწუხაროდ მათი დიდი ნაწილი დღეისათვის მწვავე ავარიულ სტადიაშია და საჭიროებს გადაუდებელი აღდგენა-რეაბილიტაციის სამუშაოების ჩატარებას).

აღდგენა-რეაბილიტაციისა და გამაგრება-გადლიერების შემთხვევა, განიხილება, როგორც არქიტექტურული ძეგლის ან არსებული შენობა-ნაგებობის ძირითადი ჩონჩხედისა და მისი იერსახის შენარჩუნების პროცესი, რომელიც ამავე დროს გულისხმობს შენობა-ნაგებობის მდგრადობისა და შედეგობის შენარჩუნებას ან გაუმჯობესებას, სამშენებლო ნორმებით გათვალისწინებულ ზემოქმედებაზე - თანამედროვე მასალებისა და სამშენებლო ტექნიკის გამოყენებით. (ლათ. - restauratio - აღდგენა-რესტავრირება) აღიქმება, როგორც არქიტექტურული ნაწარმოების აღდგენა-რესტავრაცია იმ პირვანდელი მდგომარეობის შესაბამისად, როგორც საწყის ეტაპზე იყო განხორციელებული და გარკვეული პერიოდის შემდეგ (სხვადასხვა მიზეზთა გამო) დაკარგა პირვანდელი სახე.

შენობა-ნაგებობების რესტავრაცია რთული პროცესია, რომელიც მოითხოვს სხვადასხვა დარგის სპეციალისტების: გეოლოგების, არქეოლოგების, არქიტექტორ-რესტავრატორების, კონსტრუქტორების, ისტორიკოს-ხელოვნებათმცოდნეების, ტექნოლოგების, ინჟინერ-მშენებლებისა და სხვათა ძალისხმევას სახელმწიფო სტრუქტურების თანადგომით.

სტატიის ავტორების მიერ შერჩეულ იქნა რამდენიმე გამაგრება-გადლიერების საპროექტო გადაწყვეტა, რომლებშიც აისახა მთელი ის პროცესი რაც თან ახლავს აღნიშნულ სამუშაოთა შესრულებას, რომლებიც აღწერილი და განხილულია ქვემოთ მოცემულ მასალებში.

2. ძირითადი ნაწილი

ქ. თბილისში, პეკინის ქ. №2-ში მდებარეობს ე.წ. „აკადემიკოსების სახლი“, რომელიც დაპროექტებულია ჯერ კიდევ 1940-იანი წლების ბოლოს, მშენებლობა კი მიმდინარეობდა 1950-იანი წლების დასაწყისში და იგი წარმოადგენს ადგილობრივი მნიშვნელობის არქიტექტურულ ძეგლს.

საცხოვრებელი სახლი 8 სართულიანია, სარდაფით, ერთ სადარბაზოიანი. შენობა სწორხაზოვანი მოხაზულობისაა, მაქსიმალური ზომებით გეგმაში 17.60X15.20მ., შენობის სიმაღლე H=35.50მ., სართულების სიმაღლე: H_{სართ.}=6.55+(4.00X7)მ; H_{სარდაფ.}=2.80მ.

შენობა ჩარჩო-კავშირებიანი სისტემისაა, განხორციელებული, ნაწილობრივ მონოლითური და ნაწილობრივ ასაწყობი რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების გამოყენებით. ნაგებობა ავარიულია მას შემდეგ, რაც მოხდა ფუძე გრუნტის ინტენსიური გაწყლიანება, რამაც გამოიწვია ფუძე-საძირკვლებისა და შენობის არათანაბარი ჯდენის პროცესები. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ შენობის საძირკვლები ნაწილობრივ წერტილოვანია, ნაწილობრივ კი ლენტური და ისინი მხოლოდ საძირკვლის კოჭითაა ერთმანეთთან დაკავშირებული. მსგავსი საძირკვლები, როგორც წესი, განსაკუთრებით მგრძობიარეა ფუძის მზიდუნარიანობის შემცირების მიმართ - ფილის ან ურთიერთ გადამკვეთ კოჭებთან შედარებით, სადაც ფუძის ერთი ნაწილის მზიდუნარიანობის შემცირება იწვევს ძაბვების გადანაწილებას საძირკვლის მთელ ფართობზე და მის არათანაბარ ჯდენასა და მობრუნებას, რასაც როგორც წესი

-

«

»

მოყვება სიმტკიცის ზღვარზე მეოფი სვეტებისა და სხვა მზიდი კონსტრუქციების გადაძაბვა და მსხვრევა.

შენობის დეფორმაციის გამომწვევი მიზეზები და შედეგები:

– ზედაპირული ან ტექნოგენური წყლების ზემოქმედება იწვევს სამშენებლო უბნის ცალკეულ ადგილებში ფუძე-გრუნტების დასველებას, რის შედეგადაც ხდება გრუნტის ფიზიკო-მექანიკური თვისებების გაუარესება და მათი მზიდუნარიანობის შესუსტება.

თანახმად, წინა პერიოდში ჩატარებული კვლევებისა, შენობაზე საწყისი დეფორმაციები (1972 წელი) და მათი მცირე ინტენსივობით პროგრესირება აღნიშნულია სახელმწიფო საპროექტო ინსტიტუტ “საქქალაქმშენსახპროექტი“-ის (ქ.თბილისი. 1972წ.) და სამეცნიერო-საპროექტო სამშენებლო ფორმა “დარბაზნი“-ის (ქ.თბილისი. 1992წ.) მიერ შესრულებულ საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის მასალებსა და დასკვნებში. შენობის მიერ მიღებული დეფორმაციები ნათლად ჩანს მისი ფასადის 2014 წლის არსებული მდგომარეობის ფოტოსურათებზე, იხილე სურ. 1.



სურ. 1. შენობის ტექნიკური მდგომარეობის ამსახველი ფრაგმენტის სურათები 2014 წლის მდგომარეობის მიხედვით.

2013 წლის აგვისტოს თვეში სს “საქქალაქმშენპროექტი“-ის მიერ განხორციელებულ იქნა დამატებითი კვლევები, რომლის მიხედვითაც დაზუსტდა აღნიშნული შენობის საძირკვლის კონსტრუქციების გაბარიტული ზომების გავრცელების არეალი, ჩადრმავება და მის ქვეშ განლაგებული გრუნტების მონაცემები.

სამშენებლო ნორმებით გათვალისწინებული შენობა-ნაგებობის ექსპლუატაციისათვის საჭირო ღონისძიებები:

- შენობის გამაგრება-გაძლიერების კონსტრუქციული ღონისძიებების დასახვა;
- შენობის დასაველეთიდან შემომავეალი და მის ირველივ არსებული მიწის ქვეშა კომუნიკაციების დადგენა და დაზიანებების შეკეთება, რაც გამორიცხავს შენობის ფუძის გრუნტების დამატებით გაწყლიანებას და გამორეცხვას.
- გამორიცხოს ატმოსფერული წყლების ჩაჟონვა საძირკვლებში - შენობის კონტურის ფარგლებში.
- განხორციელდეს (შეობის კონტურის ფარგლებში) შენობის გადასმა-დაფუძნება ფუძეფუკუმშვად ქანებზე (სეისმური თვისებებით I კატეგორიის ქანები) გობისებური ფილისა და ნაბურღ-ინექციური ხიმინჯების გამოყენებით.

-

«

»

იმასთან დაკავშირებით, რომ დღეს საქართველოში მოქმედი სეისმური სამშენებლო ნორმების მიხედვით ქ. თბილისი 8 ბალიან სეისმურ ზონას მიეკუთვნება, ხოლო, შენობა კი აშენებულია იმ დროს, როცა ქ. თბილისი 7 ბალიან სეისმურ ზონას ეკუთვნოდა. ფაქტობრივად შენობა სეისმომედეგი მშენებლობის ნორმების დღევანდელ მოთხოვნებს ვერ აკმაყოფილებს.

ნაბურღ-ინექცირებული ხიმინჯები გამოირჩევა მცირე დიამეტრით ($d=120-150$ მმ) და დიდი მოქნილობით ($L/d=80-120$).

ფუძეუკუმშვად ქანებში შენობის დაფუძნების შემოთავაზებული მეთოდი შენობათა სეისმომედეგობას აუმჯობესებს, ვინაიდან ფუძეუკუმშვადი ქანები სეისმური თვისებების მიხედვით I კატეგორიას მიეკუთვნება და ამ მეთოდით გაძლიერებული შენობისათვის მოსალოდნელი საანგარიშო სეისმური დატვირთვა უკვე კატასტროფულ საფრთხეს არ წარმოადგენს (ქვეყანაში მოქმედი სეისმური ნორმების მიხედვით სამშენებლო ტერიტორიის ბალიანობა ასეთი ფუძის შემთხვევაში მცირდება ერთი ბალით), მაშინ, როცა სხვა, გაუძლიერებელმა ან არასაკმარისად გაძლიერებულმა შენობებმა შესაძლებელია მნიშვნელოვანი დაზიანებები მიიღოს.

ფუძეუკუმშვად ქანებზე შენობის ჩაანკერება მცირე დიამეტრის $\varnothing 120-150$ მმ, ნაბურღ-ინექცირებული ხიმინჯებისა და გობისებური ფილის გამოყენებით, მიწისძვრის დროს შეიძლება განვიხილოთ, როგორც აქტიური სეისმოდამცავი სისტემა, ვინაიდან, მსგავსი კონსტრუქციული გადაწყვეტა შენობაზე სეისმური ზემოქმედების შემთხვევაში შეიძლება ჩაითვალოს ენერჯის ეფექტურ გამბნევ სისტემად.

ნაბურღ-ინექცირებული ხიმინჯების გაანგარიშება სიმტკიცეზე უნდა აკმაყოფილებდეს სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნებს /1,2,3,13,16/, ხოლო ჩაღუნვის გავლენა ხიმინჯის გასწვრივ მოქმედი ძალების განსაზღვრისათვის კი გამოისახება შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{kp}}}$$

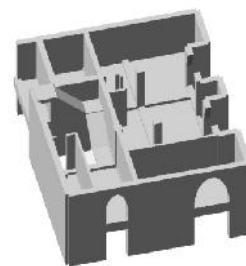
სადაც: N - ხიმინჯის გასწვრივ მოქმედი ძალის მნიშვნელობა;

N_{kp} - ხიმინჯის გასწვრივ მოქმედი კრიტიკული ძალის მნიშვნელობა, რომელიც მიიღება გაანგარიშებათა საფუძველზე და შესაბამისობაში უნდა იყოს სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნებთან.

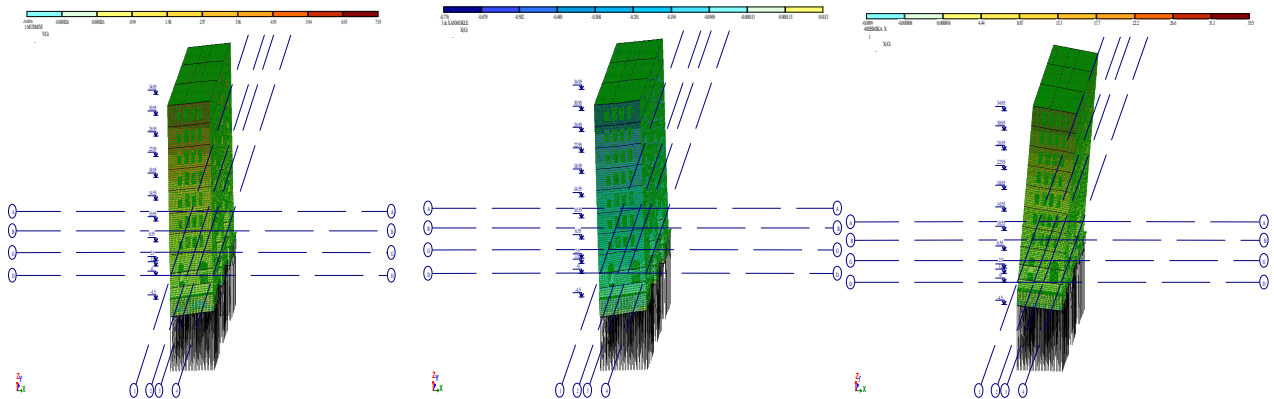
შენობის სივრცული კომპიუტერული მოდელირება და გაანგარიშებანი ჩატარებულ იქნა კომპიუტერული პროგრამული კომპლექსის “ЛИРА САПР -2014”-ის გამოყენებით. იხილეთ ფოტო სურათები.



სურ. 2. შენობის საანგარიშო კომპიუტერული მოდელი ნაბურღ-ინექცირებული ხიმინჯებით.



სურ. 3. კომპიუტერული მოდელის ფრაგმენტი.



სურ. 4. შენობის გაანგარიშებათა საფუძველზე მიღებული დეფორმაციები და მათი მნიშვნელობანი

აქედან გამომდინარე ფუძე უკუმშვად გრუნტზე დაფუძნებული კარკასულ-კავშირებიანი, შედარებით მოქნილი შენობა, მაქსიმალურად შორდება საშიშ ზონას და მინიმუმამდე მცირდება რეზონანსული მოვლენის ალბათობა, რაც საბოლოო ჯამში, მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს შენობის სეისმომდეგობას.

მაგალითი 2. ქ. თბილისში, 2016 წლის ივნისში, გლდანის VI მ/რაიონის №2 საცხოვრებელი სახლის მე-5-ე სართულზე ბუნებრივი აირის აფეთქების შედეგად მოხდა შენობის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების ნგრევა, რის შედეგადაც დაიღუპა 7 მაცხოვრებელი. აფეთქების ტალღამ გამოიწვია შენობის მე-5-ე და მე-6-ე სართულების გადახურვის ფილების სრული ჩამონგრევა, მე-4-ე სართულის გადახურვა კი დაინგრა ზედა სართულების ნანგრევების მასის ზემოქმედებით. იხილეთ ფოტო სურათები: ფოტო 5-9. საცხოვრებელი შენობა დაპროექტებული იყო გასული საუკუნის 70-იან წლების ბოლოს, იმ პერიოდში მოქმედი სამშენებლო ნორმების შესაბამისად. შენობა 9 სართულიანია, 4 სადარბაზოთი და სარდაფის სართულით. სარდაფის სართულის სიმაღლე 2.9მ, ტიპიური სართულის სიმაღლე 2.9მ, სხვენი 0.9მ. შენობა გეგმაში მართკუთხედის ფორმისაა, მაქსიმალური ზომებით ღერძებში 56.8X11.62მ. მაქსიმალური მალი 5.8მ.

ამავე შენობის გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავება გათვალისწინებულ იქნა 3 ეტაპად, მათ შორის:

I ეტაპი – შენობის დაზიანებული უბნების კვლევითი სამუშაოები და გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების წინმსწრებ-დამზღვევი ღონისძიებების საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავება.

II ეტაპი – შენობის დაზიანებული უბნების გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავება.

III ეტაპი – დაზიანებული საცხოვრებელი ბინების აღდგენითი და სარემონტო სამუშაოების საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავება.

საცხოვრებელი კორპუსის დაზიანებული უბნების გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების წინმსწრებად შესრულებულ იქნა შენობის კომპიუტერული მოდელი და განხორციელდა ვარიანტების გაანგარიშება. გაანგარიშებანი შესრულებულ იქნა 2 ძირითად ვარიანტად:

– ვარიანტი I-ში გათვალისწინებულია ბუნებრივი აირის აფეთქების შედეგად დაზიანებული შენობის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების მდგომარეობა.

– ვარიანტი II-ში გათვალისწინებულია აფეთქების შედეგად დაზიანებული შენობის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების გამაგრება-გაძლიერებული მდგომარეობა.

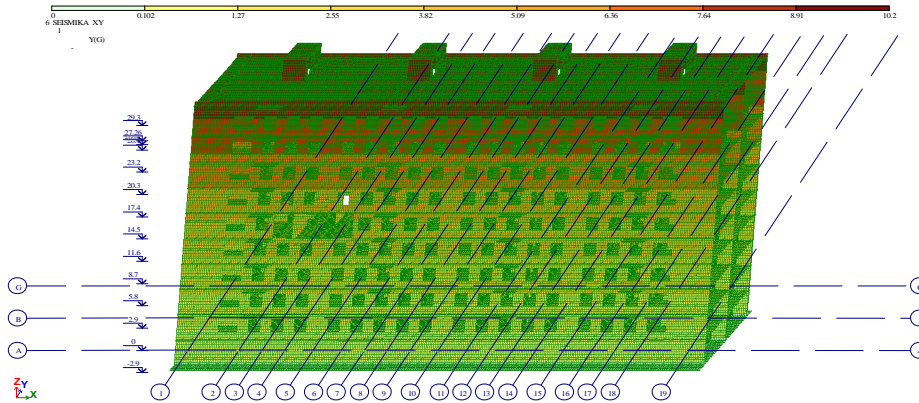
გარდა ზემოთ აღნიშნული სართულებისა, შენობის ქვედა და ზედა მზიდ კონსტრუქციებში (კედლები, გადახურვის ფილები და სხვა) არ წარმოქმნილა დეფორმაციები და ბზარები, რაც იმის მანიშნებელია, რომ ამ ნაწილში შენობის მზიდი ელემენტები მუშაობენ წრფივ სტადიაში როგორც ერთიანი მზიდი კონსტრუქციული სისტემა. აქედან გამომდინარე, შედგენილი იქნა შენობის სივრცული, კომპიუტერული საანგარიშო მოდელი, სადაც სრულად იქნა გათვალისწინებული და ასახული შენობის როგორც თავდაპირველი სამუშაო სიტუაცია ასევე ავარიულ ნაწილში განვითარებული დეფორმაციები, ნგრევების დინამიკა და დაზიანებები.

მთავარი ფასადისა სართულშუა გადახურვის მზიდი კონსტრუქციების მდგომარეობა აფეთქების შემდეგ, მოცემულია ფოტოზე.

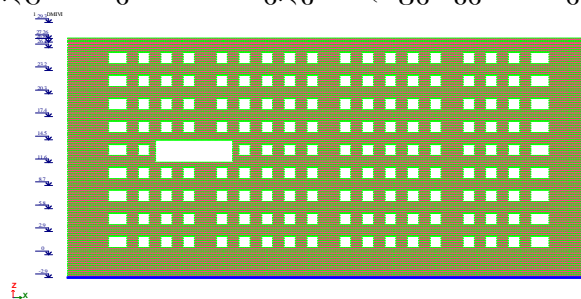


სურ. 5. ბუნებრივი აირის აფეთქების შედეგად დაზიანებული №2 საცხოვრებელი კორპუსის IV სადარბაზოს მე-4, 5, 6, სართულების მდგომარეობა

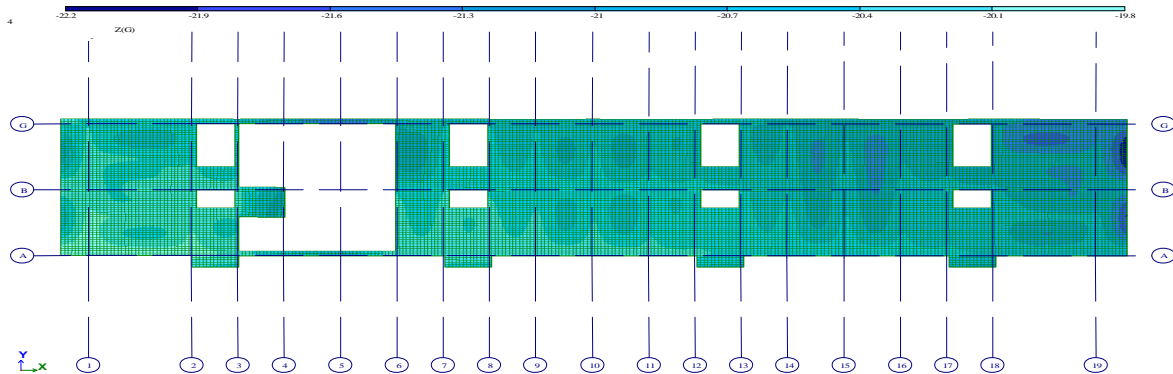
სამუშაო პროცესში ვერ მოვიძიეთ კვანძების დეტალური კონსტრუქციული გადაწყვეტების ნახაზები, თუმცა, შენობა მიეკუთვნება მსხვილპანელიანი შენობების კატეგორიის გაგრძელებულ სახეობას, სადაც პანელები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჩასატანებელი დეტალების ურთიერთ შედუღებით. გარე პანელები სისქით 300მმ-ია და პემზა ბეტონზე დამზადებული. შიდა პანელები კი სისქით 140მმ მძიმე ბეტონისაგან არის დამზადებული. შენობის ყველა ელემენტის ჩამოსხმა და ავტოკლავური დამუშავება ხდებოდა ქარხანაში. მზა ნაწარმი, სამშენებლო ობიექტს ავტოტრანსპორტით მიეწოდებოდა და ხდებოდა მათი ადგილზე მონტაჟი, ამდენად, კონსტრუქციები გაანგარიშებული იყო ყველა ამ პროცესის გათვალისწინებით. საკედლე პანელები არმირებულია AIII კლასის არმატურის ბადეებით.



ფოტო 6. შენობის აგარიული ბლოკის სივრცული კომპიუტერული მოდელი არსებული მდგომარეობის მიხედვით (აფეთქების შემდეგ)



ფოტო 7. შენობის აგარიული ბლოკის სივრცული კომპიუტერული მოდელის ფასადის ფრაგმენტი



ფოტო 8. IV, V და VI სართულების გადახურვის ფილის მოდელი, ლიფტისა და კიბის უჯრედითა და ლიობებით, რომელიც შეიქმნა აფეთქების შედეგად.

გადახურვის ფილებში სავარაუდოდ გამოყენებულია 200-250 მარკის ბეტონი, ფილები არმირებულია მხოლოდ ქვედა ზონაში AIII კლასის d12 არმატურის ღეროებით - ბიჯით 200მმ, ფილა კონტურზე თავისუფლად დაყრდნობილი, გადახურვის პანელები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჩასატანებელი დეტალების ურთიერთ შედუღებით, (შეერთების კვანძების დეტალური ნახაზები ვერ იქნა მოძიებული), ფილის სისქე 120მმ.

შენობა ეყრდნობა რკინა-ბეტონის მონოლითურ საძირკვლის ფილას h=400მმ, ფუძე-გრუნტად გამოყენებულია ღია ყავისფერი თიხოვანი გრუნტი, ძნელპლასტიური კონსისტენციის, კარბონატული და თაბაშირიანი, სრულად წყალგაჯვრებული, თიხოვანი გრუნტის სიმძლავრე 5-6 მეტრია და შემოფენილია მაიკოპის წყების ძირითადი ქანით-ფიქალებრივი თიხებით. გეოლოგიური დასკვნის მიხედვით

-

«

»

სადირკველზე დეფორმაციის კვალი და სხვა დეფექტები არ შეიმჩნევა და დამაკმაყოფილებელ პირობებშია.

საქართველოს ტერტორიის სეისმიური დარაიონებისა და საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების მიხედვით სამშენებლო მოედანი მდებარეობს 8 ბალიანი სეისმიური საშიშროების ზონაში. SK64 სკალის მიხედვით ($A=0.17$). ვინაიდან შენობა აგებულია გასული საუკუნის მეორე ნახევარში მაშინ მოქმედი სამშენებლო ნორმების შესაბამისად, ანგარიში შესრულდა 7 ბალიანი სეისმიური საშიშროების გათვალისწინებით.

სამშენებლო მოედანზე ქარის ნორმატიული დატვირთვა შეადგენს 85 კგ/მ², (15 წლიანი განმეორადობის პერიოდით), თოვლის ნორმატიული დატვირთვა 50 კგ/მ², (14 დღე - თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი).

შენობის და მისი კონსტრუქციული ელემენტების როგორც ერთიანი სივრცითი სისტემის გაანგარიშება კომპიუტერულ მოდელში შესრულდა სტატიკურ და დინამიკურ (სეისმურ) ზემოქმედებაზე სერთიფიცირებული და ლიცენზირებული კომპიუტერული საანგარიშო კომპლექსის ” 2014”-ის გამოყენებით (შესყიდვის სალიცენზიო ნომერი 716016381) და შემდეგი დატვირთვების გათვალისწინებით:

სტატიკური დატვირთვები; საანგარიშო მოდელში წარმოდგენილია 3 დატვირთვის სახით.

- 1) მუდმივი - კონსტრუქციული ელემენტების საკუთარი წონები + იატაკის სენდვიჩის წონა.
- 2) დროებითი ხანგრძლივი - შიდა ტიხრების წონები.
- 3) დროებითი ხანმოკლე:
 - ა) დროებითი სასარგებლო დატვირთვები 2.01.07-85 " " ცხრილი 3 მიხედვით.
 - ბ) თოვლის დატვირთვა.

სეისმიური ზემოქმედება საანგარიშო მოდელში წარმოდგენილია 3 ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი დატვირთვების სახით:

- 1) სეისმიური ზემოქმედება "X" ღერძის გასწვრივ.
- 2) სეისმიური ზემოქმედება "Y" ღერძის გასწვრივ.
- 3) სეისმიური ზემოქმედება (45°) "X Y" ღერძის გასწვრივ.

კომპიუტერულ საანგარიშო მოდელში, შენობის მზიდ კონსტრუქციებში ძალვათა თანწყობისას გათვალისწინებული იქნა შემდეგი კომბინაციები;

ა) ძირითადი თანწყობა:

1. მუდმივი + დრ ხანგრძლივი.
2. მუდმივი + დრ ხანმოკლე.
3. მუდმივი + 0.95 დრ ხანგრძლივი + 0.9 დრ ხანმოკლე.

ბ) განსაკუთრებული თანწყობა.

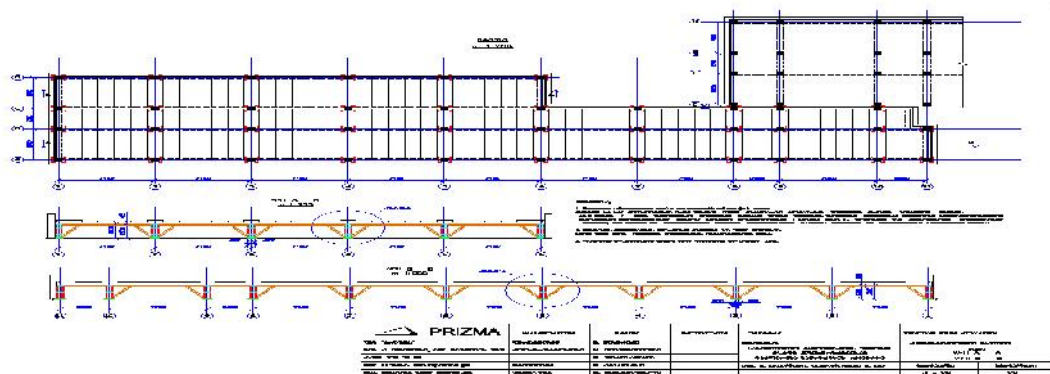
0.9 მუდმივი + 0.8 დრ ხანგრძლივი + 0.5 დრ ხანმოკლე + ერთ-ერთი სეისმიური ზემოქმედება.

კომპიუტერული მოდელის შედგენისა და ანგარიშების წარმოებისას გამოყენებულ იქნა საქართველოში მოქმედი სამშენებლო ნორმები /1,2,3, 15-19/ და ასევე სხვა დამხმარე სამეცნიერო ტექნიკური დანიშნულების ლიტერატურა /4-14/.

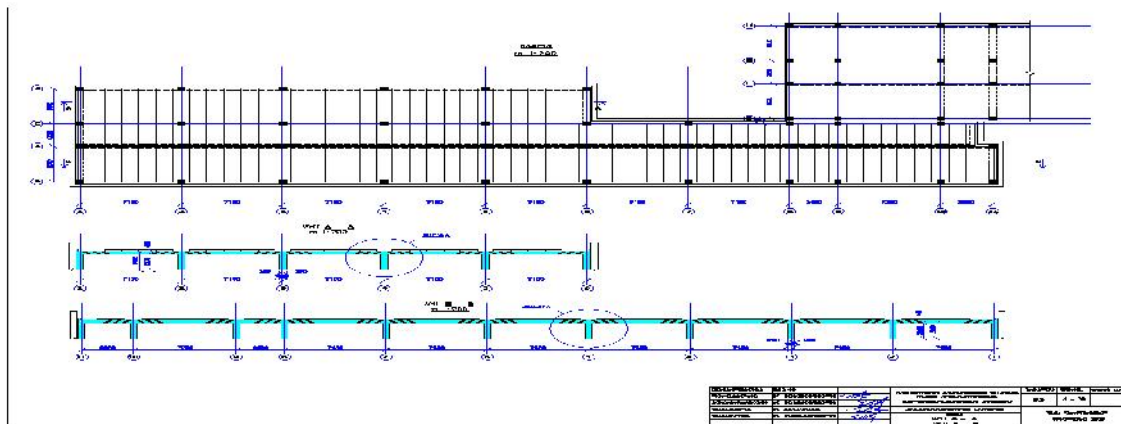
სამშენებლო და საპროექტო საქმიანობაში არსებულ სამუშაოთა მოცულობებისა და მათი რაოდენობრივი სტატისტიკის მიხედვით თუ ვიმსჯელებთ, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ხუროთმოძღვრული ძეგლებისა და შენობა-ნაგებობათა გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების რიცხვის რაოდენობა განუხრელად მატულობს, როგორც ინდუსტრიალურად

განვითარებულ სახელმწიფოებში ასევე საქართველოშიც. აქედან გამომდინარე, სარემონტო, აღდგენითი და გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების ზრდამ და ამავე დროს იმან, რომ ასეთი სამუშაოები ერთის მხრივ მოითხოვს არქიტექტორ-რესტავრატორებისა და კონსტრუქტორების განსაკუთრებულ ცოდნას, ხოლო მეორეს მხრივ კი სამუშაოთა წარმოება როგორც წესი დაკავშირებულია დიდ ხარჯებთან, დღის წესრიგში დადგა ახალი თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მათი შესაბამისი თანამედროვე სამშენებლო მასალების გამოყენების საკითხები, რომელთა განვითარებისა და ფართომასშტაბური გამოყენების (დანერგვის) ერთ-ერთ ასეთ თანამედროვე მიმართულებას წარმოადგენს პოლიმერული კომპოზიციური მასალები.

ჩვენ მიერ შედარების მიზნით მოყვანილია მაგალითი, რომელშიც ილუსტრირებულია ქ. თბილისში არსებული და დაზიანებული გადახურვის კონსტრუქციების აღდგენა-რეაბილიტაციისა და გამაგრება გაძლიერების ტრადიციული და თანამედროვე ტექნოლოგიები და მასალები. ქვემოთ წარმოდგენილია გადახურვის კონსტრუქციების გამაგრება-გაძლიერების ტრადიციული ხერხი, რომლის მიხედვითაც გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების ჩატარება განხორციელდა ტრადიციული მეთოდებით, სადაც რკინაბეტონის კონსტრუქციების გამაგრება-გაძლიერება ხორციელდება მათზე დამატებითი ლითონის ელემენტების მიერთებებით, მზიდ კონსტრუქციათა სამუშაო კვეთის გაზრდით და ასევე გეომეტრიული და საანგარიშო სქემის შეცვლის გზით. აქვე მოყვანილია იგივე გადახურვის კონსტრუქციების ახალი და თანამედროვე მეთოდებით მათი გამაგრება-გაძლიერების საპროექტო-საკონსტრუქტორო გადაწყვეტები:



სურ. 9. ტრადიციული მეთოდებით



სურ. 10. კომპოზიციური პოლიმერული მასალებით

-

«

»

ტრადიციული მეთოდებითა და თანამედროვე კომპოზიციური პოლიმერული მასალებით გამაგრება-გაძლიერების შედეგებითი ანალიზის საფუძველზე ირკვევა შემდეგი: 1. ტრადიციულ მეთოდებს, მიუხედავად იმისა, რომ მათ ახასიათებთ მნიშვნელოვანი დადებითი თვისებები, ასევე, გააჩნიათ მთელი რიგი უარყოფითი მხარეები, რომელთაც შეიძლება მივაკუთვნოთ: კონსტრუქციის მაღალი კუთრი წონა (ჩვენს კონკრეტულ შემთხვევაში 18 ტონა ლითონის პროფილის ელემენტები და ლითონის ფურცელი), მნიშვნელოვნად შრომატევადი სამუშაოები, მათი მონტაჟისა და მოწყობისათვის საჭირო სპეციალური დანადგარები (შედუღება, ხეხვა, შეღებვა და სხვა), პრაქტიკულად ხშირად შეუძლებელია ან ძალიან რთულდება არასწორი ზედაპირების შეერთება მათი გამაგრება-გაძლიერების მიზნით, სამუშაოთა წარმოების დიდი დრო და სხვ. 2. კონსტრუქციების კომპოზიციური პოლიმერული მასალებით გამაგრება-გაძლიერების შემთხვევაში მის განსაკუთრებულ უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ მას გააჩნია გაცილებით მაღალი სიმტკიცე გაჭიმვაზე, აქვს მცირე წონა, არ ეშინია აგრესიული გრემოსა და კოროზიის, შესაძლოა განხორციელდეს ნებისმიერი გეომეტრიული ფორმის კონსტრუქციული ელემენტის გამაგრება-გაძლიერება და ა.შ.

ქვემოთ, სურათებზე 11, 12 და 13 მოცემულია ქ. თბილისში არსებული №1-ლი ღვინის ქარხნის ლითონის კონსტრუქციების არსებული მდგომარეობა. შენობა აშენებულია 1894წელს, რუსი არქიტექტორის ალექსანდრე ოზეროვის მიერ. 2015წ ოფიციალურად შედგენილი დასკვნების მიხედვით, კონსტრუქციების მდგომარეობა საფრთხის შემცველია და მცირე სეისმური ზემოქმედების შემთხვევაშიც კი მოსალოდნელია სავალალო შედეგები. წინასწარი გათვლებისა და შედეგებითი ანალიზის საფუძველზე კი ტრადიციული მეთოდების გამოყენების ნაცვლად გაცილებით ეფექტური ხდება ნაგებობის გამაგრება-გაძლიერება თანამედროვე კომპოზიციური პოლიმერული მასალებით.



სურათები: 11, 12 და 13. ქ. თბილისში არსებული №1-ლი ღვინის ქარხნის სარდაფის გადახურვის კონსტრუქციები. სურათებზე ნათლად ჩანს კოროზირებული ლითონის ელემენტების მდგომარეობა (ძლიერ კოროზირებულია ლითონის ორტესები ელემენტები).

3. დასკვნა

დღეისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით კი თბილისში არის



სურათები: 14, 15 და 16. ქ. სოფიაში არსებული მონუმენტალური ხუროთმოძღვრების ძეგლები, რომელთა გამაგრება-გაძლიერება განხორციელდა თანამედროვე და ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებით უკვე მრავალი წლის წინ და დღემდე წარმატებით ფუნქციონირებს.



მრავალი ავარიული, მწვავე ავარიული და დაზიანებული შენობა-ნაგებობანი, რომელთა გამაგრება-გაძლიერება აუცილებელია, მათ შორის კი განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია: ისტორიული მონუმენტალური და ხუროთმოძღვრული ძეგლები, საავადმყოფოები, სკოლები, საცხოვრებელი სახლები, თეატრები და სხვა. რომელთა აღდგენა-რეაბილიტაციისა და გამაგრება-გაძლიერებისათვის მიზანშეწონილია, დანერგილ იქნას თანამედროვე და ინოვაციური ტექნოლოგიები.

ფუძეუკუმშვად ქანებზე ავარიული შენობის დაფუძნება კი სხვადასხვა ტიპის ხიმინჯებით, ფაქტობრივად გამორიცხავს მათ არათანაბარ ჯდენას, აუმჯობესებს შენობის დაფუძნების პირობებსა და სეისმომდებობას, მნიშვნელოვნად ზრდის შენობის მდგრადობას, ასევე სხვა ზემოქმედებების მიმართ.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ინტენსიურად ინერგება ავარიულ შენობა-ნაგებობათა გამაგრება-გაძლიერების თანამედროვე ხერხები კომპოზიციური მასალებისა და სპეციალური წებოების გამოყენებით, რომელთა ათვისება და დანერგვა რამდენადმე შეფერხდა საქართველოში. დღეისათვის, შპს „პროგრესი“-ის ძალისხმევით უკვე დამუშავებულია რამდენიმე პროექტი, სადაც გამოყენებულია კომპოზიციური მასალები, რომლებიც შეთანხმებულია დამკვეთთან და მისი განხორციელება მხოლოდ დროის ფაქტორია.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ავარიული შენობა-ნაგებობების კომპიუტერული მოდელირების, სპეციალური გათვლებისა და მათი შემადგენელი კონსტრუქციების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზის საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ ზემოთ აღწერილი ავარიული შენობა-ნაგებობანი ექვემდებარებოდა გამაგრება-გაძლიერებას.

შენობა-ნაგებობებზე ავარიების, დაზიანებებისა და კატასტროფების შემცირება მიზანშეწონილია განხორციელდეს მათი გამაგრება-გაძლიერებისა და ამავე დროს სეისმომდებობის ამაღლების გზით, მაგრამ, სეისმომდებობის ამაღლების საჭიროება უნდა შეფასდეს არა მარტო ვიზუალური დათვალიერების საფუძველზე, არამედ, მათი დეტალური ინსტრუმენტალური შესწავლის, გამაგრება-გაძლიერებას დაქვემდებარებული შენობებისა და მისი კონსტრუქციების კომპიუტერული მოდელისა და მათ გაანგარიშებათა შედეგების ანალიზის საფუძველზე.

ისეთ ინდუსტრიალურად განვითარებულ სახელმწიფოებში როგორებიცაა: იაპონია, ჩინეთი, ამერიკა და სხვა, ხორციელდება ინოვაციური სამეცნიერო-ტექნიკური და ტექნოლოგიური სიახლეების ფინანსირება სახელმწიფოს მხარდაჭერით, რის მწვავე დეფიციტსაც დღეისათვის განიცდიან საქართველოს სამეცნიერო-ტექნიკური დარგის წარმომადგენლები. ქვეყნის ეკონომიკა და მისი ინტელექტუალური პოტენციალი მნიშვნელოვნად დაკნინების საშიშროების წინაშე დადგება, თუ უახლოეს დროში ვერ ნახავს ჯეროვან მხარდაჭერას სახელმწიფოს მხრიდან.

ლიტერატურა

1. II-23-81 (1990) (II.
 23.) . – :
 () , 1990. - 93 .
2. 2.01.07-85. (.) . – :
 () , 1986. - 33 .
3. , – : , 1973. – 253 .
4. , / : , 1978 – 347 .
5. , / – : , 1988. – 298 .

6. 3325 , 04 5/43.
/ „ () ; P 2004 3325 B ;
. 18.04.2002 ; . 13.04.2004,
7.-3 .
7. 1651 , E04B1/16. /
„ (”) U 2011 1651 Y ; . 21.11.2007 ; . 10.02.2011,
5.-4 .
8. Manual for the seismic design of steel and concrete buildings to Eurocode 8. 2004.
9. /
- : , 2005. - 343 .
10. / , ,
. - : , 2008. - 326 .
11. 9.4. : / ,
 , - : « » , 2008. - 280 .
12. „
 , «HILTON» .
 81.
. 2015. . 72-79.
13. ევროკოდი 8: სეისმომედი კონსტრუქციების დაპროექტება. ნაწ. 3: შენობების მდგომარეობის შეფასება და რეკონსტრუქცია. ეტაპი 64. ევროპის სტანდარტიზაციის კომიტეტი. 2004.
14. Чернявский В.Л., Хяутин Ю. Г., Аксельрод Е.З., Клевцов В.А., Фаткулин Н.В. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами. М., 2006.
15. პნ 01.05-08 „სამშენებლო კლიმატოლოგია“
16. პნ 01.01-09 „სეისმომედეგი მშენებლობა“
17. პ 03.01-09 „ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები“
18. პნ 02.01-08 „შენობისა და ნაგებობის ფუძეები“
19. СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты.

ბეტონი მოდიფიცირებულ თაბაშირშემკვრელებზე

დ. გურგენიძე, ა. ჩიქოვანი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77,
0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: მიღებულია თაბაშირცემენტ-პუცოლანური შემკვრელი, რომელსაც აქვს დიდი სიმტკიცე და მაღალი (80...90%) წყალმედევობა. ასევე დამუშავებულია კომპოზიციური თაბაშიროვანი შემკვრელი, პორტლანდცემენტის, აქტიური მინერალური კომპონენტის, სუპერპლასტიფიკატორის და მიკროკაუმიწა დანამატებით. ეს შემკვრელი 1,2...1,5-ჯერ მტკიცეა თაბაშირცემენტ-პუცოლანურ შემკვრელზე და კიდევ უფრო წყალმედევია.

საკვანძო სიტყვები: მოდიფიცირებული შემკვრელი, ანჰიდრიდული ცემენტი, ექსტრიქ-თაბაშირი, კომპოზიციური შემკვრელი, ეკოლოგიური, ჰიგიენური, კოროზიის ინჰიბიტორი, ჰიდროფობიზაცია, ბაქტერიოციდური.

1. უმსავალი

მშენებლობაში გამოყენებული თაბაშირბეტონი მზადდება ჰაერული გამაგრების თაბაშიროვანი შემკვრელების საფუძველზე, როგორცაა: სამშენებლო და მაღალი სიმტკიცის თაბაშირი, ანჰიდრიდული ცემენტი, ანჰიდრიდული შემკვრელი, ექსტრიქ-თაბაშირი, ბუნებრივი ანჰიდრიდი.

თაბაშირბეტონის მახასიათებელია ჰიგიენურობა, შედარებით ნაკლები სიმკვრივე, მაღალი თბო- და ბგერაიზოლაცია, ცეცხლმედევობა, არქიტექტურული გამომსახველობა, მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

თაბაშიროვანი შემკვრელი არის ეკოლოგიურად სუფთა, მზადდება შედარებით მარტივი ენერგოდამზოვი ტექნოლოგიით და ფართოდ გამოიყენება მშენებლობაში.

2. ძირითადი ნაწილი

თაბაშირბეტონისათვის **მსხვილი შემესები** შეირჩევა შემდეგი მაჩვენებლებით: მაქსიმალური სიმსხო და მარცვლოვანი შემადგენლობა; თიხოვანი და მტვროვანი ნაწილაკების, მავნე მინარევების შემცველობა; მარცვლების ფორმა; სიმტკიცე; სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა; პეტროგრაფიული შემადგენლობა და რადიაციულ-ჰიგიენური დახასიათება.

ბეტონის შედგენილობის შერჩევის დროს, ასევე უნდა გავითვალისწინოთ შევსების სიმკვრივე, ფორიანობა, ცარიელობა და წყალშთანქმა. შემესების უდიდესი სიმსხო მითითებულია სტანდარტებში, ტექნიკურ პირობებში ან კონსტრუქციის სამუშაო ნახაზებში.

წვრილი შემესები – ბუნებრივი ქვიშები და მთის ქანების ნამსხვრევის განაცერი, ასევე მათი ნარევი. ქვიშებს არჩევენ მარცვლოვანი შედგენილობის მიხედვით, თიხოვანი და მტვროვანი ნაწილაკების შემცველობის, პეტროგრაფიული შემადგენლობის და რადიაციულ-ჰიგიენური მახასიათებლებით.

მსუბუქი ბეტონის შემესებები შეიძლება დავეოთ: კერამზიტის ხრეში და ღორღი, აგლოპორიტის ხრეში და ღორღი, შუნგიზიტის ხრეში, პემზის ღორღი, კერამზიტის და შუნგიზიტის ქვიშა, აგლოპორიტის ქვიშა.

-

«

»

ბუნებრივი ფორიანი შემესვებები მარცვლები ზომების მიხედვით იყოფიან ფრაქციებად, მმ: 5...10; 5...20; 5...40; 10...20; 20...40.

ღორღის ნაყარი სიმკვრივეა 300...1200, ქვიშის 500...1500 კგ/მ³.

თაბაშირბეტონის ორგანული შემესვებებია ხის გადამუშავების ნარჩენი და მცენარეული ნედლეული: მერქნის ნახერხი, ბურბუშელა (ფიბრა), ჩალა (ნაკეპი), ლაფანის ტკეჩი, ლელქაშის ბოჭკო და ა.შ.

მერქნის შემესვების ნაყარი სიმკვრივე საჰაერო-მშრალ მდგომარეობაში მერქნის ჯიშის, ნაწილაკების ზომისა და ფრაქციული შემადგენლობის მიხედვით იმყოფება 150...250 კგ/მ³ ფარგლებში. მერქნის ნახერხის ზომებია 2...5 მმ, ტენიანობა კი არ უნდა აღემატებოდეს 20%-ს.

ქიმიური დანამატები იყოფა:

- თაბაშირბეტონის ნარევის მარეგულირებლები (პლასტიფიკატორები, პაერჩამორევეები, შეკვრის ვადების მარეგულირებლები და სხვ.);

- სიმტკიცის, კოროზიამდებობის, ყინვამდებობისა და სხვა თვისებების ასამაღლებლები (პაერჩამორევეები, ფოლადის კოროზიის ინჰიბიტორები და სხვ.);

- თაბაშირბეტონისათვის სპეციალური თვისებების მიმნიჭებელი (ჰიდროფობიზაციური, ბაქტერიოციდური და სხვ.).

საჭირო სიმტკიცის თაბაშირბეტონის შედგენილობის გაანგარიშება ჩვეულებრივ მკვრივ შემესვებზე და გამოყენებული შემკვრელის მიხედვით შეიძლება შესრულდეს ფორმულებით:

- სამშენებლო თაბაშირის გამოყენების დროს

$$R_b = KA \left(\frac{t/\sqrt[3]{r} - 0,5}{t'/\sqrt[3]{r'} - 0,5} \right);$$

$$\sqrt[3]{t}/t = \frac{A}{r [R_b/K (t'/\sqrt[3]{r'} - 5)] + 0,5A},$$

$$t = \frac{\sqrt[3]{r} [R_b/K (t'/\sqrt[3]{r'} - 5)] + 0,5A}{A}.$$

მაღალი სიმტკიცის თაბაშირის გამოყენების დროს

$$R_b = KA \left(\frac{t/\sqrt[3]{r} - 0,5}{t'/\sqrt[3]{r'} - 0,5} \right);$$

$$\sqrt[3]{t}/t = \frac{A}{[R_b/K (t'/\sqrt[3]{r'} - 5)] + 0,5A},$$

$$t = \frac{\sqrt[3]{r} [R_b/K (t'/\sqrt[3]{r'} - 5)] + 0,5A}{A},$$

სადაც R_b – მუდმივ მასამდე გამომშრალი ნიმუშების კუმშვის სიმტკიცეა, მგპა; A – მასშტაბის კოეფიციენტი, დამოკიდებული ბეტონის სახეობაზე, მიიღება ცხრ. 1-ის მიხედვით; A – შემკვრელის აქტიურობა, მგპა; $\sqrt[3]{t}/t$ და $t/\sqrt[3]{r}$ – თაბაშირბეტონის ნარევის წყალთაბაშირის და თაბაშირწყლის ფარდობა; r – თაბაშირის შემკვრელის დაფქვის სიწმინდის კოეფიციენტი, სამშენებლო თაბაშირისათვის იგი 1,3-ის ტოლია; $t'/\sqrt[3]{r'}$ – თაბაშირის შემკვრელის ნორმალური სისქელის შებრუნებული სიდიდე; $\sqrt[3]{r}$ – წყლის ხარჯი, ლ/მ³, მიიღება ცხრ. 1-ის მიხედვით.

-

«

»

K მასშტაბის კოეფიციენტი

ცხრილი 1

ნიმუში კუბიკები წიბოს ზომით, სმ	ბეტონის სახეობა	
	მძიმე	მსუბუქი
7,07	1,0	0,70
10	0,90	0,65
15	0,80	0,55
20	0,75	0,50

შენიშვნა: მერქნის ნახერხის გამოყენების დროს $K = 0,50$.

თაბაშირის ცომის აბსოლუტური მოცულობა ლიტრებში, განისაზღვრება ფორმულით

$$V_{\text{თ.ც.}} = (t/\dots) + V,$$

სადაც t – თაბაშირის ხარჯია თაბაშირბეტონის ნარევეში, კგ/მ³; \dots – თაბაშირის სიმკვრივე, კგ/ლ; V – წყლის ხარჯი, ლ/მ³ მიიღება ცხრ. 2-ის მიხედვით

შემგსების აბსოლუტური მოცულობა ლიტრებში, იანგარიშება ფორმულით

$$V_{\text{შგ.}} = 1000 - V_{\text{თ.ც.}}$$

წყლის სამაგალითო ხარჯი, კგ/მ³, თაბაშირბეტონის ნარევეში ცხრილი 2

თაბაშიროვანი შემკვრელი	შემგსები		
	მკვრივი	ფორიანი	წმინდად დაფქული დანამატი
მაღალი სიმტკიცის თაბაშირი	250	320	300
სამშენებლო თაბაშირი	300	410	400

შენიშვნა: ხისტ ნარევეში წყლის ხარჯი მცირდება 10...15%-ით; სხმულში – იზრდება 1...20%-ით.

ამის შემდეგ ვადგენთ შეკვრის შემაყოფნებლის სახეობას და რაოდენობას, ვანგარიშობთ სასინჯი ნარევეებისათვის საჭირო მასალების ხარჯს, ვამზადებთ და ვცდით ნიმუშებს. ვსაზღვრავთ და ვაზუსტებთ 1 მ³ ბეტონისათვის საჭირო მასალების ხარჯს, შერჩეული და კორექტირებული საცდელი ნიმუშებისათვის. ამისათვის ვანგარიშობთ ბეტონის ნარევის ფაქტიურ მოცულობას ლიტრებში, საცდელ ნარევეში:

$$V_{\text{გ}} = \sum m / \dots_{\text{ბ.ნარ.}},$$

სადაც $\sum m$ – სასინჯ ნარევეზე დახარჯული მასალების მასების ჯამია, კგ;

$\dots_{\text{ბ.ნარ.}}$ – ბეტონის ნარევის საშუალო სიმკვრივეა, კგ/ლ.

ითოეული კომპონენტის ხარჯი M_i კგ/მ³, იანგარიშება ფორმულით

$$M_i = \frac{m_i \cdot 1000}{V_{\text{გ}}} = \frac{m_i \dots_{\text{ბ.ნარ.}}}{\sum m} \cdot 1000,$$

სადაც m_i – ერთი (i -ური) კომპონენტის ხარჯია, კგ.

თაბაშიროვან შემკვრელებზე მიღებული ბეტონების და დუღაბების კუმშვის სიმტკიცეები მოცემულია ცხრ. 3-ში.

თაბაშიროვანი ბეტონების და დუღაბების სიმტკიცე ცხრილი 3

შემკვრელი	ბეტონის კუმშვის სიმტკიცე, მგპა			
	მიმე	წვრილმარცვლოვანი და დუღაბი	მსუბუქი შემესები	
			ფორიანი	ორგანული
სამშენებლო თაბაშირი	4,5...8,0	$\frac{2,0...8,0}{0,5...2,5}$	3,0...9,0	2,5...4,0
მაღალი სიმტკიცის თაბაშირი	15,0...30,0	$\frac{3,0...15,0}{2,5...10,0}$	3,5...20,0	3,5...5,0
ანჰიდრიდული	7,0...15,0	$\frac{2,0...12,5}{1,0...7,5}$	3,5...15,0	3,0...7,5
ექსტრიქ-თაბაშირი	4,5...8,0	$\frac{2,0...13,5}{1,0...10,0}$	–	–
წყალმდევი თაბაშიროვანი შემკვრელი	9,0...35,0	$\frac{5,0...25,0}{2,5...15,0}$	5,0...22,0	3,5...9,5

შენიშვნა: დუღაბის სიმტკიცეები – მნიშვნელში.

3. დასკვნა

დამუშავებულია თაბაშირცემენტ-პუცოლანური შემკვრელი, რომელიც მიიღება მასალების შერევით (მასითი%): ნახევარწყლიანი თაბაშირი (50...70), პორტლანდცემენტი (10...25) და აქტიური მინერალური დანამატი (ტრეპელი, დიატომიტი, ოპოკა და სხვ.) (10...25). შემკვრელი მიეკუთვნება ჰიდრაულიკურს და აქვს მაღალი (80...90%) წყალმდეგობა.

ასევე მიღებულია კომპოზიციური თაბაშიროვანი შემკვრელი, სადაც თაბაშირთან ერთად ჩართულია მცირე დანამატები: პორტლანდცემენტის აქტიური მინერალური კომპონენტი, სუპერპლასტიფიკატორი, მიკროკაუმიწა და სხვ. ეს შემკვრელი 1,2...1,5-ჯერ მტკიცეა თაბაშირცემენტ-პუცოლანურ შემკვრელზე და კიდევ უფრო წყალმდეგია.

თაბაშიროვან შემკვრელზე დამზადებული ბეტონები და დუღაბები გამოირჩევიან მაღალი მედეგობით დაბალი (0,2%) და მაღალი (3%) კონცენტრაციის სულფატურ ხსნარებში, ასევე გრუნტების მინერალიზებულ წყლებში.

ლიტერატურა

1. ა. ჩიქოვანი. ბეტონის ტექნოლოგია. თბილისი. 2015. 358 გვ.
2. 2011. 380 .
3. , 2010. 424 .
4. 2007. 500 .
5. 2000. 530 .

სანაპირო არეგულირებაში მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ნაგებობის
მოწყობისას მოსალოდნელი შედეგები

ა. ფრანგიშვილი, ბ. ციხელაშვილი, ნ. ჩხეიძე, ი. ქადარია, პ. გიორგაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ. 77,0175, თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე: რეკომენდებულია ინოვაციური ტიპის ეფექტური მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი საინჟინრო ჰიდროტექნიკური ნაგებობის (ბმული კომპლექსი) დანერგვა-გამოყენება შავი ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით, იმ ტერიტორიებზე, სადაც ინტენსიურად აღინიშნება სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის (პლაჟის) შეუქცევადი წარცხვები. აღნიშნული ინოვაციის დანერგვა ასევე შესაძლებელია ღია ნავსადგურების რეკონსტრუქცია-განვითარების პროექტებში.

საკვანძო სიტყვები: მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი საინჟინრო ჰიდროტექნიკური ნაგებობა, სანაპირო-რეკრეაციული ზოლი, ეკოლოგიური უსაფრთხოება, ღია ნავსადგურების რეკონსტრუქცია-განვითარების პროექტი.

1.შესავალი

დღევანდელი მდგომარეობით, შავი ზღვის შტორმული ტალღების არასასურველ ზემოქმედებას ექვემდებარება ბათუმის მიმდებარე ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლი (ბულვარი, ახალი ბულვარი, ადლია-აეროპორტის ტერიტორია და საერთოდ საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო პერიმეტრი), თურქეთის ტერიტორიაზე „დერინერის“ მაღლივი კაშხლის აგებისა და მდ. ჭოროხის მყარი ნატიანის გადაკეტვის შედეგად კატასტროფული წარცხვები ემუქრება აჭარის შავი ზღვის სანაპიროს, კატასტროფული მდგომარეობაა ჩაქვი-ქობულეთი-ურეკის მონაკვეთზე ტალღების ზემოქმედებით. ფუძის გრუნტის გამორეცხვებისა და დეფორმაციების შედეგად ინგრევა ფოთის ნავსადგურის დამცავი კედელი - ზღუდარი (მოლი) [3,4].

წარცხვებს ექვემდებარება აგრეთვე “ბაქო-სუფსის” ნავთობსადენის ტერმინალის მიმდებარე სანაპიროც. აღნიშნული გარემოებანი დაკავშირებულია მნიშვნელოვან ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ზარალთან.

ანალოგიურ მოვლენებთან გვაქვს საქმე არა მარტო საქართველოს, არამედ მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის ზღვების სანაპირო ზოლებში. აღნიშნულ კონტექსტში დასმული პრობლემის სამეცნიერო კვლევას - ახალი ტიპის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის შემუშავებას, შესაბამისად, საპილოტე პროექტისთვის ჰიდროტექნიკური ნაგებობის ბმულის რეალურ გამოცდას ბათუმის მაგალითზე სანაპირო-რეკრეაციულ ზოლში განთავსების მიზნით, უდიდესი პრაქტიკული მნიშვნელობა ექნება.

2.ძირითადი ნაწილი

ინოვაციური პროექტის მიზანია, ადგილობრივ ან/და საერთაშორისო ბაზარზე მოთხოვნადი მაღალტექნოლოგიური ინოვაციურ-კომერციული ღირებულების პროდუქტის შექმნა, ზღვების სანაპირო-რეკრეაციული ზოლებისათვის მოტივტივე

-

«

»

ნაპირ დამცავი, ეფექტური ახალი ტიპის ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კომპლექსის სახით.

უნდა აღნიშნოს, რომ საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლი იწყება სამხრეთით, თურქეთის საზღვართან - სარფში და მთავრდება ჩრდილოეთით ლესელიძეში, მდინარე ფსოუსთან (სიგრძე 312 კილომეტრი). შავი ზღვა პრაქტიკულად უტევს ხმელეთს საქართველოს სანაპიროს მთელ სიგრძეზე.

საქართველოს ნაპირებთან, სადაც ზღვის სიღრმეები შედარებით დიდია, შესაბამისად, ტალღებიც მაღალია. მაგალითად, ფოთთან ხშირად ფიქსირდება ტალღის სიმაღლე 3-4 მეტრამდე. ღია ზღვაში 7-8 ბალი, ქარის დროს ტალღის საშუალო პარამეტრებია: სიჩქარე - 2,4-5 მეტრი /წამში, პერიოდი 6-7 წამი, ტალღის სიგრძე - 10-70 მეტრი, სიმაღლე 1.5-2.5 მეტრი. დიდი შტორმის დროს ტალღის სიმაღლე აღწევს 5-6 მეტრს, ხოლო სიგრძე 70-80 მეტრია. ამავე დროს 4-5 ბალის ქარის შემთხვევაში, თუ ტალღის პერიოდი 11 წამი, დარტყმის ძალა შეადგენს 5,7 ტონას 1 კვადრატულ მეტრზე [1].

წარმოდგენილი ინოვაციური პროექტი განხორციელდება ჰიდროდინამიკური და ფიზიკური მოდელირების საფუძველზე დასაბუთებული ახალი ტიპის ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობების (და მათი ბმულების) მოდულების სერიული კვლევებით, სპეციალურ ლაბორატორიულ ტალღაგენერატორზე, შავი ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის მახასიათებელი პარამეტრების შესაბამისად მიღებული შედეგების გამოყენებით, რაც საპილოტე პროექტის შემუშავების შესაძლებლობას ქმნის.

აგრეთვე, ღია ტიპის საზღვაო ნავსადგურების გამართულ მუშაობაზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნებისმიერი საზღვაო ქვეყნის ეკონომიკური კეთილდღეობა, საგარეო-სატრანსპორტო გადაზიდვების ორგანიზაცია, კულტურულ-ეკონომიკური კავშირუროთობების განვითარება და სხვ. ღია ნავსადგურები და მათი აკვატორიები, წლის გარკვეულ პერიოდებში, როგორც წესი, განიცდიან ზღვის შტორმული ტალღების არასასურველ ზემოქმედებას, რაც აფერხებს საზღვაო ტრანსპორტის ნორმალურ ფუნქციონირებას. შტორმული ტალღები იწვევენ პორტების მიმდებარე სანაპირო ზოლების შეუქცევად წარეცხვას, შტორმის დროს საპორტო ქალაქების სანიადგურე წყალარინების სისტემების ნორმალური ფუნქციონირება შეფერხებულია.

შემოთავაზებული ნაპირდამცავი ტალღაშემარბილებელი მოტივტივე-მცურავი ჰიდროტექნიკური ნაგებობა განკუთვნილია ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლისა და ღია ნავსადგურების შტორმული ტალღებისგან დაცვის პრობლემის გადასაჭრელად.

ამრიგად, ზღვის სანაპირო რეკრეაციული ზოლისა და ღია ნავსადგურების შტორმული ტალღებისგან დასაცავად კვლევის პრობლემა განისაზღვრა ეფექტური ახალი ტიპის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ბმული კომპლექსის შემუშავებაში. [2,6].

შტორმული ტალღების მავნე ზემოქმედების უგულვებელსაყოფად, თანამედროვე მდგომარეობით, აწარმოებენ შერჩეული სანაპირო-რეკრეაციული ზოლების ეკოლოგიურ-დაცვით სამუშაოებს (შერჩევით სანაპირო ზოლებში ინერტული მასალის დაყრით, ნავსადგურის აკვატორიის პერიმეტრის შემოზღუდვა სხვადასხვა ტიპის ტრადიციული ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მოწყობით და სხვ.), რაც ხშირ შემთხვევებში არაეფექტური და ძვირადღირებულია, ამასთან, მოითხოვს რეგულარული სამუშაოების ჩატარებას წარეცხილი მოცულობის აღსადგენად [3,4].

ზემოთ აღნიშნული საკითხის გადასაწყვეტად, როგორც ერთ-ერთი ვარიანტი, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ინოვაციური წინადადება-ტექნოლოგიის, დანერგვას (საპილოტე

პროექტის სახით) უპირველესად ვგეგმავთ ბათუმის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის მიმდებარე ზღვის შეღწეში მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის ბმული კომპლექსის სახით (სურ.1)



სურ.1. ახალი ტიპის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის მოდელის გამოცდა

კონსტრუქციულად ზღვის შტორმული ტალღის ენერჯის ნაწილობრივ ჩამქრობი შტორმშემარბილებელი ნაგებობის ბმული კომპლექსი პოლიმერული, მზის სხივებისა და მარილიანი წყლისადმი მედეგი მასალით იქნება დამზადებული. მისი თითოეული შემდგენი ნაგებობა-ელემენტის ნატურული ზომა გეგმაში – 6X9 მ-ია, ხოლო ერთიანი სიმაღლე - 6 მ. ისინი ერთმანეთთან 1,5-2 მეტრის ინტერვალით იქნება გადაბმული და მთლიან მოტივტივე ჰიდროტექნიკური ნაგებობის ბმულს წარმოქმნის. ნაგებობის ბმული ჯაჭვი კი ზღვის ნაპირიდან 30-150 მ დაცილებით არაუმეტეს 10 მეტრის სიღრმის შეღწეში განთავსდება (რაც დამოკიდებულია ზღვის შეღწის ფსკერის პროფილზე) და იქ სპეციალური ბაგირით (ღუზებზე) ჩამაგრდება. ტალღის ენერჯის ჩამქრობა ხდება ნაგებობა-მოწყობილობის წყალქვეშა და წყალზედა ნაწილში სპეციალური მყარი კონსტრუქციული სამკუთხა პრიზმული ელემენტების საშუალებით (სურ.1).

პროექტის ავტორები შემუშავებული ინოვაციური ტექნოლოგიის ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის წარეცხვისაგან დაცვის სხვა არსებულ მეთოდებთან შედარებისას მიუთითებენ მის ხანმედგობაზე და ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ უპირატესობებზე.

შემოთავაზებული ინოვაციური პროექტის ავტორები, სათანადო მოთხოვნა-ხელშეწყობის შემთხვევაში, უპირველესად ვგეგმავთ ბათუმის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის შეღწეში, შერჩევით მონაკვეთებზე (აღლია-ბულვარის მიმდებარე ტერიტორიები), ჩვენ მიერ შემუშავებული საპილოტე პროექტის ნატურაში გამოცდას და, შესაბამისად, ამ პროექტისათვის სათანადო ტექნიკურ-ტექნოლოგიური მახასიათებლების წარდგენას.

ღია ნავსადგურებისა და სანაპირო-რეკრეაციული ზოლების შტორმული ტალღებისაგან დაცვის არსებული ხერხებისგან (კაპიტალური დამცავი კედლების ამოყვანა, ლითონის კონსტრუქციული ნაგებობების სისტემის და სხვ. შემომზღუდავი საშუალებების მოწყობა) განსხვავებით, შემოთავაზებული პროექტის განხორციელება განსაკუთრებით ეფექტური და რენტაბელური იქნება შემდეგი ტექნიკურ-ეკონომიკური

-

«

»

მაჩვენებლების გამო: ნაგებობის კონსტრუქციული მდგრადობა, შტორმმედევობის მოთხოვნილი ეფექტი, თანამედროვე მსუბუქი არაკოროზიული მასალის გამოყენება და ნაგებობათა კომპლექსის მოწყობის შედარებითი ეკონომიურობა, ექსპლუატაციის საიმედოობა და შეკეთების სიმარტივე, რეკრეაციული ზონების ხელშეუხებლობა, ნაგებობათა მონტაჟის მცირე დრო, ზღვაში სამუშაოების წარმოების მოხერხებულობა, ნაგებობათა ფასადის ესთეტიკურად მისაღები ფორმის შერჩევა-გაფორმება და სხვ.

შემოთავაზებული ინოვაციური პროექტის აღნიშნული პოზიტიური მახასიათებლების მიხედვით განხორციელება (შედარებით მცირე დანახარჯებით), შესაძლებელი იქნება როგორც სარეაბილიტაციო ან ახალმშენებარე ნავსადგურის, ასევე სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის პირობებში, რაც სათანადო ქმედუნარიანობასა და სიცოცხლისუნარიანობას შესძენს ამ ობიექტებზე ჩასატარებელ ეკოლოგიურ-პრევენციული ღონისძიებების გატარებას. ამაღლებს საერთაშორისო დანიშნულების ღია ნავსადგურების სანაპირო-რეკრეაციული ზოლების მშენებლობის საიმედოობას; ეფექტურს გახდის რეკრეაციული ზოლების ეკოლოგიური დაცვის რეკომენდაციების გატარებას (ნაპირწარეცხვებისგან დაცვა, შტორმის დროს სანიაღვრე კანალიზაციის შეუფერხებელი მუშაობა, დამსვენებელთა რეკრეაციულ-კომფორტული ღონისძიება და სხვ.), რაც თანამედროვე მდგომარეობით ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის მიმდებარე ნებისმიერი დასახლებული ადგილისა და ქალაქებისათვის აქტუალურია.

ინოვაციური პროექტის განსახორციელებლად, პირველ რიგში, საჭირო იქნება საქართველოს რეგიონალური განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის, ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების და გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროების ეგიდით ამ პრობლემით დაინტერესებული ინვესტორების, კოლაბორატორების და სხვა საქმიანი პირების მოძიება და მათი ინფორმირება შემოთავაზებული საკითხის აქტუალობის, ინოვაციური პროექტის მაღალტექნოლოგიურობისა და კონკურენტუნარიანობის შესახებ. აღნიშნული გარემოება გარკვეულ საფუძველს შექმნის საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო-რეკრეაციულ ზოლში (და არა მარტო საქართველოს) არსებული ეკოლოგიური პრობლემების გადასაწყვეტად.

ინოვაციური პროექტის შემოქმედებით ავტორთა ჯგუფს რეკომენდებულად მიგვაჩნია, რომ ინოვაციური წინადადების დანერგვას საერთაშორისო მასშტაბით კარგი პერსპექტივა აქვს - თავად წარმოდგენილი ინოვაციის სახის, პრობლემის გადაწყვეტის პრაქტიკული მნიშვნელობისა და მისი განხორციელების მისაღები ღირებულებიდან გამომდინარე. ვიდრე ამ ახალი ტიპის ტალღაშემარბილებელ პიდროტექნიკურ ნაგებობას მსოფლიო გამოიყენებს, უპრიანი იქნება მისი სიკეთით ჯერ საკუთარ ქვეყანაში ვისარგებლოთ. იმედს ვიტოვებთ, რომ შესაბამისი სტრუქტურები პირველ რიგში ბათუმის, ფოთისა და ურეკის საკურორტო ზონების პირობებში აღნიშნული ინოვაციური ტექნოლოგიის დანერგვით დაინტერესდებიან.

3. დასკვნა

1. ავტორთა ჯგუფის მიერ შემოთავაზებული ნაგებობის მოწყობით სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის ტერიტორიებზე მნიშვნელოვნად შემცირდება ადგილობრივი წარეცხვების მოცულობა ნატანის მიგრაციის გათვალისწინებით.
2. ტალღაშემარბილებელი ნაგებობის მოწყობა ხელს შეუწყობს სანაპირო ზოლის ინფრასტრუქტურის კეთილმოწყობა-განაშენიანებასა და მის ეკოლოგიურ დაცვას.

3. აღნიშნული ღონისძიებების განხორციელება მიზანშეწონილია მისი ეფექტურობის, ხანმედები და საიმედო ექსპლუატაციისა და ეკონომიკური მაჩვენებლების გამო დღემდე არსებულ სხვა ტიპის ნაპირდამცავ ნაგებობებთან შედარებით.

ლიტერატურა

1. Сборник. Черное море, под редакции А. Вылканова. Гидрометеиздат. М. 1983.
2.
3. ზ. ციხელაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ნ. ჩხეიძე და სხვ. საქართველოს პატენტი გამოგონებაზე 5600
4. ა. ფრანგიშვილი, ზ. ციხელაშვილი, ი. ქადარია, ნ. ჩხეიძე, პ. გიორგაძე. სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის ნაპირდამცავი მოტივტივე შტორმშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობა. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ 4(39), თბილისი, 2015, გვ. 15-20.
5. თ. გველესიანი. „წყლის ტალღების გენერაციასთან დაკავშირებული ცდების მართვა“, ჰიდროინჟინერია 1-2 (9-10), თბილისი, 2010 წ.
6. gvelesiani T. Dynamic action of impulse waves on a wave dampaner. Energyonline (3), 2010 /www.Energyonline.ge/(ქართულად-იმპულსური ტალღების დინამიკური ზემოქმედება ტალღის დემფერზე).

ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ჩამდინარე-
საყოფაცხოვრებო წყლების მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლო
ბაზმენდის შესაძლო პრინციპული სქემის შესახებ

ლ. კლიმიაშვილი, ნ. ნებიერიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ.
კოსტავას ქ.№77)

რეზიუმე: განხილულია ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ჩამდინარე-საყოფაცხოვრებო წყლების მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლო პრინციპული სქემა, გამოძინარე ჩამდინარე წყლების საწყისი დაბინძურებისა და კონცენტრაციისაგან. კომპლექსში მექანიკურ გაწმენდასთან ერთად შემოთავაზებულია ბიოლოგიური გამწმენდი ნაგებობების ბიოფილტრისა და მეორადი საღებავის გამოყენება შესაბამის სადგურზე ეკონომიკურად ერთად, რომელიც ხასიათდება გაწმენდის მაღალი ეფექტურობითა (89%) და ნაკლები ენერგოდანახარჯებით.

საკვანძო სიტყვები: ჩამდინარე-საყოფაცხოვრებო წყლები, მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის პრინციპული სქემა.

1. შესავალი

ქალაქებსა და დასახლებულ ადგილებში ჩამდინარე-საყოფაცხოვრებო წყლები მიიღება საცხოვრებელი, ადმინისტრაციული, კომუნალური და აგრეთვე სამრეწველო საწარმოების საყოფაცხოვრებო შენობებიდან. წყალარინების (კანალიზაციის) სისტემის დანიშნულებაა - შენობა-ნაგებობების სანიტარული მოწყობილობებიდან მიიღოს ჩამდინარე წყლები და თვითდენითი (უდაწნეო) გარე ქსელით გაიყვანოს დასახლებული ადგილის გარეთ გასაწმენდათ. შემდეგ ეს წყლები გააუვნებლოს გამწმენდ სადგურში ნორმატივების შესაბამისად ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში და ისე ჩაუშვას წყალსატევში [1].

ქვემოთ განხილულია ქალაქების და დასახლებული ადგილების ჩამდინარე-ფეკალური წყლების თავისებურებანი შემადგენლობის მიხედვით და შესაბამისად მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის გამოყენების მეთოდების შესახებ.

2. ძირითადი ნაწილი

როგორც ცნობილია [2] ჩამდინარე საყოფაცხოვრებო წყლები შედგება მინერალური და ორგანული წარმოშობის მინარევებისაგან. როგორც პირველი, ისე მეორე იმყოფება გაუსხნელ, გახსნილ და კოლოიდურ მდგომარეობაში. გაუსხნელი მინარევების ნაწილს, რომელთა დაკავება ხდება ქადალდის ფილტრის ანალიზის დროს, უწოდებენ შეწონილ ნივთიერებებს. ამათგან ყველაზე დიდ სანიტარულ საფრთხეს ორგანული წარმოშობის მინარევები წარმოადგენს.

ჩამდინარე - საყოფაცხოვრებო წყლებში ორგანული წარმოშობის შეწონილ ნივთიერებათა შემცველობა საშუალოდ შეადგენს 100-300 მგ/ლ. ორგანული მინარევების შემცველობა, რომლებიც გახსნილ მდგომარეობაშია, ფასდება ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილებისა (ჟბმ) და ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილების (ქქმ) მაჩვენებლების მიხედვით. საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე ფეკალურ წყლებში აღინიშნება ჟბმ=100-400მგ/ლ, ხოლო ქქმ=150-600 მგ/ლ ფარგლებში, და ისინი შეიძლება შეფასდეს, როგორც უადრესად დაბინძურებული [2].

-

«

»

ნორმატივების მიხედვით ცნობილია, რომ ჩამდინარე წყლები (როგორც საყოფაცხოვრებო, ისე ზედაპირული) წყალსატევში ჩაშვებამდე აუცილებელად უნდა გაიწმინდოს ამა თუ იმ დამაბინძურებელი ნივთიერებების მაქსიმალურად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში. ამასთან გაწმენდილი ჩამდინარე წყლების კონტროლს ახორციელებს და ამტკიცებს სახელმწიფო ზედამხედველობის ორგანოები და სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური სადგური.

ნებისმიერი დასახლებული პუნქტის გამწმენდი სადგურებისთვის დადგენილია ჩამდინარე წყლების ხარისხის კონტროლის ნორმატივები წყალსატევებში ჩაშვებამდე. ამასთან ქალაქის ან დასახლებული ადგილების ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობები იღებენ საყოფაცხოვრებო-ფეკალურ წყლებს დამაბინძურებელ ნივთიერებათა გარკვეული კონცენტრაციით, რომელთა გასაუვნებლად საჭირო იქნება ჩამდინარე წყლების ეფექტური გაწმენდის პრინციპული სქემის შემუშავება სათანადო მოწყობილობა-ნაგებობები კომლექტაციით.

ქალაქის და დასახლებული ადგილების ჩამდინარე წყლები ფორმდება იქ განთავსებული ზოგიერთი სამრეწველო საწარმოს საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო წყლებისა და სხვა სახის ჩანადენისაგან, რომელთა შემადგენლობა და დაბინძურება როგორც აღენიშნეთ მკვეთრად ცვალებადობს. საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო წყლებს მიეკუთვნება ფორმირებული ჩამდინარე წყლები საცხოვრებელი ბინებიდან, საავადმყოფოებიდან, სკოლებიდან, სასტუმროებიდან და სხვა ადგილებიდან, სადაც ცხოვრობს და მოღვაწეობს ხალხი, წყალი სამრეცხაოებიდან, აბანოებიდან, სასადილოებიდან და სხვა კომუნალური დაწესებულებებიდან. თითოეული ადამიანისაგან დღე-ღამეში ქალაქის წყალარინების სისტემაში (კანალიზაციაში) მუდმივად საშუალოდ ჩაედინება სიბინძურის მუდმივი რაოდენობა (გრამებში):

შეწონილი ნივთიერებები 65;
გაღიავებული სითხის უბმ₅ 35;
გაღიავებული სითხის უბმ₂₀ 20 40;
ამონიუმის მარილების აზოტი, N. 8;
ფოსფატები, P₂O₅ 1,7;
ქლორიდები, Cl 9.

აღსანიშნავია, რომ სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო სახის ჩამდინარე წყლები სამრეწველო მინარევების გარეშე დღეს პრაქტიკულად არ არსებობს. გამონაკლისს შეადგენენ ზოგიერთი საკურორტო დაბის ჩამდინარე წყლები, მაგრამ მასაც უერთდება ავტოფარეხებიდან მიღებული წყლები, რომლებიც შეიცავენ ნავთობპროდუქტებს და სხვა სახის სიბინძურეს, რაც ტიპიურად დამახასიათებელია საწარმოო ჩამდინარე წყლებისათვის.

საყოფაცხოვრებო წყლების, და აქედან გამომდინარე, ქალაქის ჩამდინარე წყლების თავისებურება იმაშია, რომ ისინი შეიცავენ მრავალ მიკროორგანიზმს, მათ შორის, პათოგენურ ბაქტერიებს, ნაწლავური ინფექციების გამომწვევებს. ბაქტერიები წარმოადგენენ საყოფაცხოვრებო -ჩამდინარე წყლების ორგანულ ნივთიერებათა მნიშვნელოვან ნაწილს. 1 მლ ჩამდინარე სითხეში მილიონობით და ათობით მილიონი ბაქტერიაა. სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები ასევე შეიცავენ დიდი რაოდენობით ჰელმინთების კვერცხებს.

მრავალი მონაცემი ცხადყოფს, რომ უხეში დისპერსული ნივთიერებებით დაბინძურების საერთო მასიდან 35,4% შეადგენენ, კოლოიდები - 14,3%, ხსნადი ნივთიერებები - 50,3%. ჩამდინარე წყლები შეიცავენ ორგანული ნივთიერებების 53,7%, მინერალურის - 46,3%. მიჩნეულია, რომ საყოფაცხოვრებო-ჩამდინარე წყლებში ორგანული ნივთიერებები შეადგენენ 58%, ხოლო მინერალური - 42% [2].

-

«

»

ქალაქის და დასახლებული ადგილების ტიპის ჩამდინარე წყლების გაწმენდა წარმოადგენს სხვადასხვა მეთოდების ერთობლიობას, რომლებიც თანამიმდევრულად ასუფთავებენ წყალს მსხვილი მინარევებისგან (ქალაქისგან, ქსოვილის და სამზარეულო ნარჩენებისგან და სხვ.), მძიმე მინარევებისგან (ქვიშის, წილის), კოლოიდურ და ხსნად ორგანულ დამაბინძურებისგან და გაუსწებოვნებენ მას პათოგენური მიკროფლორისგან.

დაბინძურება, რომლისგან წყალი თანამიმდევრულად იწმინდება, გროვდება სქელი სუსპენზიის (ჩამდინარე წყლების ნალექის) სახით და ასევე ექვემდებარება გადამუშავებას, რომლის მიზანია ნალექის გაუსწებოვნება სანიტარული და ეპიდემიოლოგიური კუთხით. სპეციალური გადამუშავების შემდეგ ნალექის გამოყენება შეიძლება სოფლის მეურნეობაში სასუქის სახით, ან შეიძლება მოხდეს მისი უტილიზაცია სხვა ნებისმიერი საშუალებით. ყველაზე მიზანშეწონილად შეიძლება ჩაითვალოს განეიტრალებული ნალექის გამოყენება სოფლის მეურნეობაში - ეს უზრუნველყოფს ბუნებაში ნივთიერებათა შეკრული მიმოქცევის ციკლს, რითაც ბიოსფეროში ნარჩუნდება საერთო ბალანსი.

ჩამდინარე წყლების გამწმენდ ნაგებობათა მთელი კომპლექსი შეიძლება ხუთ ჯგუფად დაიყოს:

- 1) მექანიკური გაწმენდა;
- 2) ბიოლოგიური გაწმენდა;
- 3) წყლის დამატებით გაწმენდა;
- 4) წყლის დეზინფექცია;
- 5) ნალექის დამუშავება.

ქალაქის და დასახლებული ადგილების ჩამდინარე წყლები შეიცავენ დიდი ოდენობით უხსნადი და ნაკლებად ხსნადი ნივთიერებების ნაწილაკებს, რომელთა სიდიდე აღემატება 0,1 მკმ, ისინი წყალთან ერთად ქმნიან დისპერსულ სისტემებს - სუსპენზიას და ემულსიებს. ასეთი სისტემები კინეტიკურად არასტაბილურია და გარკვეულ პირობებში შეიძლება განადგურდეს - ნალექად გამოეყოს ან წყლის ზედაპირზე ამოტივტივდეს.

მექანიკური გაწმენდა ნიშნავს ჩამდინარე წყლებიდან არსებული გაუხნელი უხეშდისპერსული მინარევების გამოყოფას, რომლებსაც მინერალური და ორგანული ბუნება გააჩნიათ. ამისათვის იყენებენ შემდეგ მეთოდებს:

- **დაწურვას** - განსაკუთრებით მსხვილი დაბინძურების და ნაწილობრივ შეწონილ ნივთიერებათა დაკავებას ცხაურებსა და საცრებზე;

- **დალექვას** - გამდინარე წყლებიდან შეწონილი ნივთიერებების გამოყოფას ქვიშადაამჭერზე სიმძიმის ძალის ზემოქმედებით (მინერალური მინარევების გამოსაყოფად), სალექარში (უფრო წვრილი დალექილი და ამოტივტივებული მინარევების შესაჩერებლად), ასევე, ნავთობსაჭერებით, ცხიმის- და ფისდამჭერებით. ამ მეთოდის ნაირსახეობას წარმოადგენს ცენტრიდანული დალექვა, რომელიც გამოიყენება ჰიდროციკლონებსა და ცენტრიფუგებში;

- **ფილტრაციას** - ძალიან წვრილი სუსპენზიის დაკავებას შეწონილ მდგომარეობაში ბადისებრ და მარცვლოვან ფილტრებში;

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების არათანაბარი წარმოქმნის შემთხვევაში გამწმენდ ნაგებობებზე მიწოდებამდე მათ ასაშუალებენ კონცენტრაციის მიხედვით სხვადასხვა კონსტრუქციის გამასასაშუალებელში.

-

«

»

დალექვის მეთოდი ნალექის დუღილთან ერთად გამოიყენება კომბინირებულ ნაგებობებში მცირე რაოდენობის ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად - სექტიკებში, ორსართულიან სალექარში და გამდიავებელ დამლპობში. ამჟამად, მექანიკური გაწმენდა, როგორც დამოუკიდებელი მეთოდი, იშვიათად გამოიყენება. ასეთი შესაძლებლობა არსებობს, თუ მხოლოდ მექანიკური გაწმენდის გამოყენებისას, წყალსატევში ჩაშვების პირობებიდან გამომდინარე, ხერხდება წყლის საჭირო ხარისხის უზრუნველყოფა (სამრეწველო ჩამდინარე წყლებისათვის - ხელახლა დაბრუნება ტექნოლოგიურ პროცესში).

ძირითადად, მექანიკური გაწმენდა გამოიყენება როგორც წინასწარი ეტაპი ბიოლოგიური გამწმენდის წინ ან როგორც ჩამდინარე წყლის დამატებითი წმენდა.

ბიოლოგიური გაწმენდის პროცესი ეყრდნობა მიკროორგანიზმების არსებობის უნარს საკვებად გამოიყენონ ჩამდინარე წყლებში გახსნილი ორგანული ნივთიერებები. ორგანული ნივთიერებების ნაწილი გარდაიქმნება წყალში, ნახშირის დიოქსიდში, ნიტრიტ- და სულფატ-იონებში, ნაწილი კი მიდის ბიომასის შესაქმნელად.

ბიოლოგიური გამწმენდი საშუალებები პირობითად შეიძლება დაიყოს 2 ტიპად:

- გაწმენდით, იმ პირობებში, რომლებიც ბუნებრივთანააახლოს;
- გაწმენდით, ხელოვნურად შექმნილ პირობებში.

პირველ ტიპს მიეკუთვნება ფილტრაციის და სარწყავი მინდვრები (მიწის ნაკვეთები, რომელშიც გაწმენდა მიმდინარეობს ფილტრაციის ხარჯზე გრუნტის ფენის მეშვეობით), ასევე ბიოლოგიური ტბორები (არადრმა წყალსატევები, სადაც მიმდინარეობს გაწმენდა, ეყრდნობა წყალსატევების თვითგაწმენდას).

მეორე ტიპს შეადგენენ ისეთი ნაგებობები, როგორებიცაა ბიოფილტრები და აეროტენკები. აღნიშნულ ნაშრომში განიხილება ბიოლოგიური ფილტრები. ბიოფილტრი წარმოადგენს რეზერვუარს გამფილტრავი მასალით, რომლის ზედაპირი დაფარულია ბიოლოგიური აპკით (მიკროორგანიზმების კოლონია, რომელსაც შეუძლია ჩამდინარე წყლებიდან ორგანული ნივთიერებების სორბირება და დაჟანგვა).

ბიოლოგიური გაწმენდა წარმოადგენს ქალაქის და დასახლებული ადგილების ჩამდინარე წყლების დამუშავების ძირითად მეთოდს. ამასთან არსებობს ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდის აერობული და ანაერობული მეთოდი. აერობული წმენდის დროს ხდება მიკროორგანიზმების კულტივირება აქტიურ ლამსა და ბიოაპკში.

ბიოაპკი იზრდება ბიოფილტრის შემავსებელზე და აქვს ლორწოვანი წარმონაქმნის ფორმა, რომლის სისქეა 1-2 მმ. ბიოაპკის სახეობრივი შემადგენლობა უფრო მრავალფეროვანია, ვიდრე აქტიური ლამის. ბიოაპკი შედგება ბაქტერიების, სოკოების, საფუარის, მწერების მატლების, ჭიების და სხვა ორგანიზმებისაგან.

ბიოლოგიური გაწმენდის ტექნოლოგიურ სქემაში იყენებენ აგრეთვე მეორად სალექარს, რომელიც განთავსებულია ბიოლოგიური გამწმენდი სადგურის შემდეგ ხელოვნურად შექმნილ პირობებში (აეროტენკები, ბიოფილტრები, საციურკულაციო ჟანგვითი არხები, ბიოტენკები და სხვ.) და ემსახურება აქტიური ლამის ან მკვდარი ბიოაპკის გამოყოფას გაწმენდილი ჩამდინარე წყლიდან.

მეორად სალექარში გაწმენდის (გალიაგების) ეფექტურობა განსაზღვრავს წყლის გაწმენდის საერთო ეფექტს და ბიოლოგიური გაწმენდის გამწმენდი ნაგებობების მთელი კომპლექსის ეფექტურობას.

ამ ტიპის სალექარის უპირატესობად მიჩნეულია დალექილი ლამის მარტივი მოშორება და ბიოაპკისა ჰიდროსტატიკური წნევის ქვეშ, მათი განთავსების კომპაქტურობა და მარტივი კონსტრუქცია. უარყოფითი მხარეებია - დიდი სიღრმე და ანაერობული პროცესების განვითარება დალექილ აქტიურ ლამში. აგრეთვე

-

«

»

აღნიშნული საღებავის უარყოფითი მხარეა საფხეკი მექანიზმების რთული ექსპლუატაცია.

არსებობს რადიალური საღებავის მოდიფიკაციები, რომელშიც გამოიყენება დაბალგრადიენტური შერევის პრინციპი და გაუმჯობესებული ლამის შემწოვი, რაც საშუალებას აძლევს შეწონილ ნივთიერებათა შემცველობის შემცირებას გაღიავებულ წყალში ბიოაპკის კონცენტრაციის გაზრდას.

ჩამდინარე წყლების დამუშავების ბოლო ეტაპზე ხდება წყლის ქლორით ან ქლორის შემცველი რეაგენტებით გაუსნებოვნება - დეზინფექცია - წყლიდან პათოგენური და სხვა მიკროორგანიზმების და ვირუსების მოცილება. ქლორაგენტებად შეიძლება გამოყენებული იქნას ძირითადად თხევადი ქლორი, ქლორის კირი, ჰიპოქლორიდები, ქლორის დიოქსიდი. ქლორის წყალში ხსნადობა დამოუკიდებელია ტემპერატურასა და წნევაზე. ატმოსფერული წნევის და ტემპერატურის დროს 140ხ დროს 1 ლიტრში იხსნება დაახლოებით 3 ლიტრი გაზისებრი ქლორი (9,65 გრ). ქლორისებურ მჟავას გააჩნია დიდი ბაქტერიციდული ეფექტი, რის გამოც ქლორი მჟავე გარემოში უფრო ეფექტურია, ვიდრე ტუტეში.

3. დასკვნა

განხილულია ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ჩამდინარე-საყოფაცხოვრებო წყლების მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლო პრინციპული სქემა, გამომდინარე ჩამდინარე წყლების საწყისი დაბინძურებისა და კონცენტრაციისაგან. კომპლექსში მექანიკურ გაწმენდასთან ერთად შემოთავაზებულია ბიოლოგიური გაწმენდი ნაგებობების ბიოფილტრისა და მეორადი საღებავის გამოყენება შესაბამის სადეზინფექციო კვანძთან ერთად, რომელიც ხასიათდება გაწმენდის მაღალი ეფექტურობითა (89%) და ნაკლები ენერგოდანახარჯებით.

ლიტერატურა

1. ნ. ნაცვლიშვილი, ლ. კლიმიაშვილი, მ. ნაცვლიშვილი, დ. გურგენიძე. წყალმომარაგებისა და წყალარინების საფუძვლები. ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2009, 379 გვ.
2. , 1987, 319 .

**ფერდოს გრუნტის ზღვრული დაძაბულ-დეფორმირებული
 მდგომარეობის ცვლილება სამთო სამუშაოების შესრულების
 პროცესში**

ტ. კვიციანი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ.
 კოსტავას ქ. №77)

რეზიუმე: განხილულია სამთო სამუშაოების შესრულებისას ფერდობის მდგრადობის ამოცანის ამოხსნა ზღვრული დაძაბული მდგომარეობის მეთოდით, როცა ფერდოს მასივი შეიცავს შესუსტებულ ზედაპირებს $K' < K$ და $\tau < \tau_c$ მახასიათებლებით. ამოცანის გადასაწყვეტად დადგენილია აუცილებლობის პირობა, რომ გრუნტის სუსტ კონტაქტის წერტილებში ერთდროულად კმაყოფილდებოდეს ჩვეულებრივი და სპეციალური ზღვრული წონასწორობის პირობები. ამასთან $\sigma = f(K, \dots; K, \dots, \tau)$ ფუნქციონალური დამოკიდებულება განსაზღვრულია ანალიზურად. ამოცანის გადასაწყვეტად დადგენილია სასაზღვრო პირობები და მიღებულია დამოკიდებულებები, რომლებიც მართებულია არა მარტო ზღვრული დაძაბული მდგომარეობისთვის, არამედ ზღვრული წონასწორობის პირობისთვისაც.

საკვანძო სიტყვები: ფერდო, გრუნტი, ზღვრული დაძაბულობა.

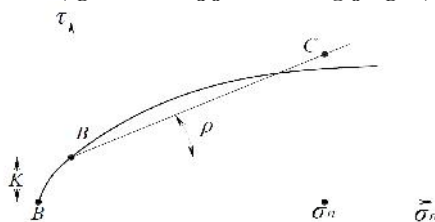
1. შესავალი

ბუნებრივ მდგომარეობაში მთის ქანების მასივები განიცდიან მუდმივი და ძალიან რთული ბუნებრივი ფაქტორების ზემოქმედებას. ძლიერი მოვლენები, როგორცაა მიწისძვრები და აფეთქებები, მკვეთრად აჩქარებენ მასივში ქანების თვისებების ცვლილებას. ფერდობზე გზების გაყვანის და სხვა გათხრითი სამუშაოების შესრულებისას ირდევია ქანებში დამყარებული ბუნებრივი რეჟიმი, იცვლება დაძაბულობის ველი, წარმოიქმნება ღრუები, ქანების გაშიშვლებული ზედაპირები, ჩქარდება ქანების გამოფიტვის პროცესი. წარმოიქმნება ფერდოს მდგრადობის დაკარგვის საშიშროება. ამიტომ გრუნტის მასივების მდგრადობის ანალიზს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს მიწის ნაგებობების (ნაყარების, ღრმა ქვაბულების, ჯებირების, მიწის კაშხლების და სხვა მსგავსი ნაგებობების) პროექტირების დროს.

გრუნტის ზღვრული დაძაბული მდგომარეობის ზოგადი თეორიის კერძო ამოცანას წარმოადგენს ფერდოს გრუნტის მასივის მდგრადობა. ზღვრული წონასწორობის ძირითადი პირობას ფერდოს მასივის ნებისმიერ სიბრტყეზე აქვს შემდეგი სახე [1,3]:

$$\tau = \{ (\tau_n) \},$$

სადაც τ_n და σ_n მხები და ნორმალური ძაბვებია მოცემულ სიბრტყეზე.



ნახ. 1. მთის ქანების ძვრაზე წინააღმდეგობის გრაფიკი

-

«

»

ეს დამოკიდებულება მთის ნებისმიერი ქანებისთვის ხასითდება მონოტონური მრუდით ABC (ნახ. 1), რომელიც დაბეჭდვის მოცემულ საზღვრებში შეიძლება შეიცვალოს BC წრფით:

$$\ddagger = K + f \ddagger_n, \quad (1)$$

სადაც, K არის შეჭიდულობა, გამოსახული იგივე ერთეულებში, რაც τ და σ_n ; f - დაბეჭდვის მოცემულ ინტერვალზე შიგა ხახუნის კოეფიციენტის საშუალო სიდიდე (ანგარიშში, მიღებულია $tg\rho=f$), [1].

განვიხილოთ შემთხვევა, როცა ფხვიერი გარემოს ყველა წერტილი იმყოფება ზღვრულ დაძაბულ მდგომარეობაში, რომლის დროსაც მისი შიგა საზღვარი წარმოადგენს დაცურების ზედაპირს.

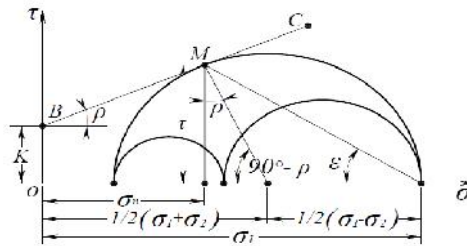
ფხვიერი გარემოს ზღვრული წონასწორობის ასეთი ამოცანების გადაწყვეტისას არსებობს ორი დაძაბულობა:ჩვეულებრივი და სპეციალური - ერთი დაკავშირებულია ვ. ფელენიუსის, კ. ტერცაგის, ნ. მ. გარსევანოვის, ნ. ა. ციტოვიჩის, ლ. ნ. ბერნაციკის და სახვათა სახელებთან, რომლებიც იკვლევდნენ მასივში დაცურების ზედაპირზე ზღვრული წონასწორობის პირობებს თანდათანობით(მიმდევრობით) მიახლოების მეთოდით, ხოლო მეორე დაკავშირებულია ვ. პენკინის, ლ. პრანდტლის, ფ. კეტერის, ვ. ვ. სოკოლოვსკის, ბ. ი. ნოვოტორცევის, ც. ც. გოლუშკევიჩის და სახვათა სახელებთან, რომლებიც იკვლევდნენ ფხვიერი გარემოს ზღვრული წონასწორობის პირობებს, როცა მოცემული ზღვრული პირობები ქმნიან არეს, დაფარულს დაცურების ზედაპირის ბადით, რომლის ყოველი წერტილი აკმაყოფილებს ზღვრული დაძაბულობის მდგომარეობის (1) პირობას. მკვლევარების უმრავლესობა ფერდოს მასივს განიხილავს, როგორც ერთგვაროვანს და იზოტროპულს, მხოლოდ ლ. ნ. ბერნიციკი და ვ. ვ. სოკოლოვსკი ითვალისწინებდნენ ანგარიშში მასივში შესუსტებულ ზედაპირების არსებობას, რომელთა სიმტკიცის მახასიათებლები ' და K' გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ძვრის წინააღობის მახასიათებელი და K სიდიდეები [1;2;4;6;7].

არსებული (1) ზღვრული წონასწორობის პირობისაგან განსხვავებით, იმ შემთხვევაში, როცა ფერდოს გრუნტის განსახილველ წერტილში კმაყოფილდება პირობები:

$$\left. \begin{aligned} \ddagger &= K' + tg \dots \ddagger_n' \\ \ddagger &< K + tg \dots \ddagger_n \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ρ მაშინ მას სპეციალური ზღვრულ წონასწორობის პირობას უწოდებენ [1]. აქ \ddagger_n და განსაზღვრავენ სიბრტყეებზე დაბეჭდვის განაწილებას და მთავარი დაბეჭდვის მიმართულებას. თუ \ddagger_n -ის და -ს მნიშვნელობებს ჩავსვამთ ზღვრული წონასწორობის (1) პირობაში, შეიძლება დავრწმუნდეთ, რომ სიბრტყეების ორიენტაციის მიმართველი კუთხეების ცვლილების დროს იცვლება მთავარი დაბეჭდვის სიდიდეებიც, რომლის დროსაც კმაყოფილდება ზღვრული წონასწორობის პირობა. თუ α -ს დავტოვებთ უცვლელად, მაშინ სიბრტყეების დახრის კუთხეების ცვლილებისას \ddagger_1 ხან იზრდება ხან კლებულობს. ბუნებრივია, რომ მასივში ზღვრული წონასწორობის მდგომარეობას სწრაფად მიაღწევს ყველაზე სუსტი სიბრტყე, სადაც \ddagger_1 -ის სიდიდე მინიმალურია. ამის ჩვენება ყველაზე ადვილია გრაფიკულად მორის წრეების საშუალებით [3;6].

მე-2 ნახაზზე BC წრფითა და აბსცისთა ღერძით შემოსაზღვრულია მთის მოცემული ქანებისთვის შესაძლო დაბეჭდვის არე, რომლის ზედა საზღვარი განსაზღვრავს ზღვრულ დაბეჭდვას და რომლითაც განისაზღვრება მთის ქანების ძვრის წინააღობის მახასიათებელი და K სიდიდეები.



ნახ.2. დაბვების ზღვრული წრე

თუ თანდათანობით გავზრდი τ -ს ანუ შევამცირებ ρ -ს, დაბვების დიდი წრე შეეხება BC წრეს რომელიც M წერტილში, რომელიც ამ შემთხვევაში გვიხვენებს სიბრტყის ზღვრულ მდგომარეობას, ეს სიბრტყე ρ -ის მიმართულების პარალელურია და დახრილია τ -ის მიმართ $\nu = \frac{f}{4} - \frac{\rho}{2}$ კუთხით. თუ ვცვლით ρ -ის სიდიდეს ρ -დან τ -ამდე საზღვრებში, მაშინ წრეის წრეწირთან შეხების მდებარეობა არ შეიცვლება, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ სანამ უზრუნველყოფილია, $\tau_3 \leq \tau_2 < \tau_1$ ან $\tau_3 < \tau_2 \leq \tau_1$ პირობა, ρ -ის სიდიდე არ მოახდენს გავლენას ზღვრულ წონასწორობის მდგომარეობაზე.

მე-2 ნახაზზე გამოყენებული აღნიშვნებით M სიბრტყის ზღვრული დაბებული მდგომარეობის პირობით, შეიძლება შევადგინოთ მთავარ დაბვეებსა და სიბრტყის მახასიათებლებს შორის შემდეგი დამოკიდებულება:

$$\tau_1 = 2K \operatorname{ctg}(45^\circ - \frac{\rho}{2}) + \tau_3 \operatorname{ctg}^2(45^\circ - \frac{\rho}{2}) \quad (3)$$

თუ $\rho = 0$, მაშინ

$$\tau_1 = \tau_0 = 2K \operatorname{ctg}(45^\circ - \frac{\rho}{2}) \quad (4)$$

ეს გვიხვენებს წინააღმდეგობას ერთდერძა კუმშვაზე მთის ქანების ნიმუშების რღვევისას, რაც გამოწვეულია ძერის ძალებით სიბრტყეებზე, რომელებიც დახრილი არიან ნიმუშის ღერძთან ϵ კუთხით.

2. ძირითადი ნაწილი

თუ მთის მასივის ბლოკში, რომელიც იმყოფება მოცულობით დაბებულ მდგომარეობაში, არსებობს შესუსტებული სიბრტყეები (სიბრტყეები $K' < K$ და $\rho' < \rho$ მახასიათებლებით), მაშინ მთავარი დაბვების მიმართულების მიმართ ამ სიბრტყეების ორიენტაციიდან გამომდინარე, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ზღვრული წონასწორობის შემდეგ სამ შემთხვევას:

1. ერთდროულად კმაყოფილდება ჩვეულებრივი და სპეციალური ზღვრული წონასწორობის პირობა:

$$\left. \begin{aligned} \tau &= K + tg \dots \tau_n \\ \tau_t &= K' + tg \dots \tau_{n'} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

როგორც მე-3 ნახაზიდან ჩანს, მოცემული დაბვების ტენზორის შემთხვევაში დაბვებს N, M და L, სიბრტყეებზე ექნებათ ზღვრული მნიშვნელობები, ამასთან M

სიბრტყე, რომელიც იმყოფება ზღვრულ წონასწორობაში, σ_1 -თან დახრილი იქნება კუთხით:

$$r = \nu = \frac{f}{4} - \frac{\dots}{2} \quad (6)$$

ხოლო M და L სიბრტყეები შესაბამისად დახრილია კუთხეებით:

$$r_1 = \frac{1}{2} \left\{ \arcsin \left[\frac{\sin \dots'}{\sin \dots} \left(1 - \frac{K \operatorname{ctg} \dots - K' \operatorname{tg} \dots'}{K \operatorname{tg} \dots + \frac{1}{2}(\tau_1 + \tau_3)} \right) \right] - \dots' \right\}; \quad (7)$$

$$r_2 = \frac{f}{2} - \frac{1}{2} \left\{ \arcsin \left[\frac{\sin \dots'}{\sin \dots} \left(1 - \frac{K \operatorname{ctg} \dots - K' \operatorname{tg} \dots'}{K \operatorname{tg} \dots + \frac{1}{2}(\tau_1 + \tau_3)} \right) \right] + \dots' \right\}. \quad (8)$$

2. დაკმაყოფილებულია მხოლოდ სპეციალური ზღვრული წონასწორობის პირობა

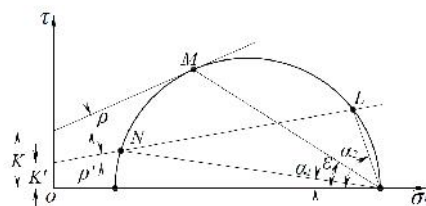
$$\left. \begin{aligned} \tau < K + \operatorname{tg} \dots \tau_n \\ \tau_t = K' + \operatorname{tg} \dots \tau_{tn} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

როდესაც შესუსტებული სიბრტყეები r -ის მიმართულებასთან ადგენენ $r_1 < r < r_2$ კუთხეს (ნახ.3), დაბევბის უდიდესი წრე არ ეხება წრფეს ' და K' მახასიათებლებით. თუ ზღვრული წონასწორობის (1) პირობაში ჩავსვამთ r -ის პარალელურად მიმართული სიბრტყეზე ჯამური მხები და ნორმალური დაბევბის შემდეგ მნიშვნელობებს:

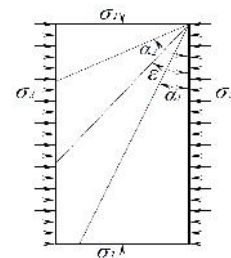
$$\tau_n = \tau_1 \sin^2 r + \tau_3 \cos^2 r; \quad \tau = \frac{1}{2}(\tau_1 - \tau_3) \sin 2r.$$

მაშინ მთავარ დაბევბსა და ძვრის წინააღობის მახასიათებლებს შორის დამოკიდებულება ჩაიწერება შემდეგი სახით

$$\tau_1 = \frac{\tau_3 (\operatorname{tg} \dots' \cos^2 r + \frac{1}{2} \sin 2r) + K'}{\operatorname{tg} \dots' \sin^2 r + \frac{1}{2} \sin 2r}. \quad (10)$$



სურ.3. დაბევბის ზღვრული წრე და სიბრტყეების ორიენტაცია, რომლებიც იმყოფებიან ჩვეულებრივი და სპეციალურ ზღვრულ წონასწორობის პირობებში



სურ.4. მთის ქანების ბლოკი და ზღვრული სიბრტყეების ორიენტაცია მასში

3. კმაყოფილდება მხოლოდ ჩვეულებრივი ზღვრული წონასწორობის პირობა:

$$\left. \begin{aligned} \tau < K + \operatorname{tg} \dots \tau_n \\ \tau_t < K' + \operatorname{tg} \dots \tau_{tn} \end{aligned} \right\}, \quad (11)$$

-

«

»

მოცემული დაბების ტენზორის შემთხვევაში შესუსტებული ზედაპირები შეადგენენ τ -თან კუთხეს > 2 ან < 1 (იხ.ნახ.3,4).

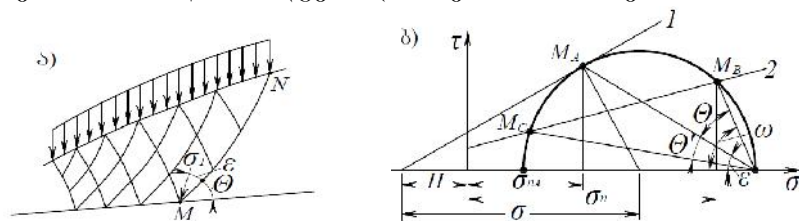
ზღვრული დაბებული მდგომარეობის მეთოდით შეიძლება ამოვსნათ ფერდობის მდგრადობის რიგი ამოცანები, რომლებიც შეიცავენ შესუსტებულ ზედაპირებს $\underline{K} < \underline{K}$ და ' მახასიათებლებით.

ამისთვის აუცილებელია, რომ სუსტ კონტაქტის წერტილებში ერთდროულად კმაყოფილდებოდეს ჩვეულებრივი და სპეციალური ზღვრული წონასწორობის პირობა:

$$\ddagger = \ddagger_n \operatorname{tg} \dots + K \quad \text{ან} \quad \ddagger = (\ddagger_n + H) \operatorname{tg} \dots, \quad (12)$$

$$\ddagger_{m'} = \ddagger_l \operatorname{tg} \dots + K' \quad \text{ან} \quad \ddagger_{m'} = (\ddagger_n + H') \operatorname{tg} \dots' \quad (13)$$

გრაფიკულად ეს პირობა წარმოდგენილია მე- 5 ნახაზზე.



ნახ. 5. დაცურების წირის სქემა სამთო სამუშაოების პროცესში

ფერდობის ფუძის გამობურცვის არსებობის დროს

MN დაცურების ზედაპირი გადაკვეთს სუსტ კონტაქტს და M წერტილში გააჩნია დაბვა, რომელიც დაბების გრაფიკზე ხასიათდება M_A წერტილით (ნახ. 5, ბ). იმისათვის, რომ ამ წერტილში ერთდროულად კმაყოფილდებოდეს სპეციალური ზღვრული წონასწორობის პირობა, რომელიც დაბების გრაფიკზე ხასიათდება M_B წერტილით, აუცილებელია, რომ M_A და M_B სიბრტყეებს შორის კუთხე დაბების გრაფიკზე გამოსახულ θ -ს ტოლი იყოს.

ახლა განვსაზღვროთ ანალიზურურად $\tau = f(K, \dots, K, \dots, \ddagger)$ ფუნქციონალური დამოკიდებულება. ამისათვის მხები და ნორმალური დაბების განსაზღვრისათვის იმ სიბრტყეებზე, რომლებიც τ მიმართულებასთან დახრილი არიან კუთხით; შევცვალოთ მათში $\varphi - \alpha$ სხვაობა τ -თი (ნახ.6). ვისარგებლოთ [3,4] შრომებში მოყვანილი შემდეგი ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} \ddagger_n &= \ddagger (1 - \sin \dots \cdot \cos 2\zeta) - H \\ \ddagger_m &= \ddagger \sin \dots \cdot \sin 2\zeta \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

ჩავსვათ (14)-დან \ddagger_m -ის და \ddagger_n -ის მნიშვნელობები (13)-ში, მივიღებთ:

$$\sin(2\zeta + \dots) = \frac{\sin \dots'}{\sin \dots} \left(1 - \frac{H - H'}{\ddagger} \right). \quad (15)$$

როგორც 5,ბ ნახაზიდან ჩანს, სპეციალური ზღვრული წონასწორობის დროს სუსტ კონტაქტებში მაქსიმალურ დაბებულ მდგომარეობას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მაშინ, როცა τ -ის მიმართულებასა და სუსტ კონტაქტებს შორის კუთხე მეტია $\varepsilon = \pi/4 - \rho/2$ -ზე, ხოლო მინიმალური დაბებული მდგომარეობა, როცა ეს კუთხე τ -ზე ნაკლებია. მინიმალური დაბებული მდგომარეობა დაბების გრაფიკზე ხასიათდება M_C წერტილით

(ნახ.5,ბ). ამიტომ მაქსიმალური დაძაბული მდგომარეობის დროს კუთხე $(2 +)$ მეტი იქნება $/2$ -ზე და ამ შემთხვევაში (15) გამოსახულება შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$2\zeta + \dots' = f - \arcsin\left[\frac{\sin \dots'}{\sin \dots} \left(1 - \frac{H - H'}{\dots}\right)\right]. \quad (16)$$

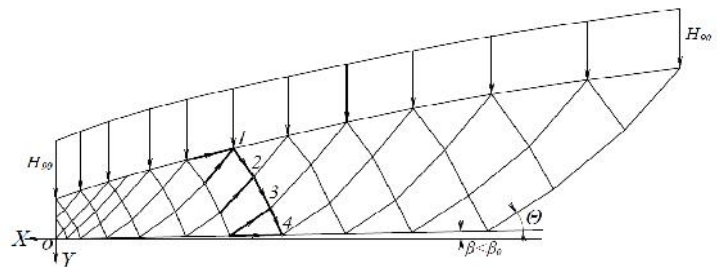
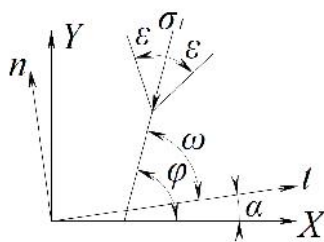
მე-5 და მე-6 ნახაზებიდან ჩანს, რომ $\dots = \dots$ და საბოლოოდ მივიღებთ:

$$\dots = \frac{f}{4} + \frac{1}{2}(\dots - \dots') - \frac{1}{2} \arcsin\left[\frac{\sin \dots'}{\sin \dots} \left(1 - \frac{H - H'}{\dots}\right)\right]. \quad (17)$$

მინიმალური დაძაბული მდგომარეობის დროს კუთხე θ , რომელიც სპეციალურ და ჩვეულებრივ დაძაბულ მდგომარეობაში მყოფ სიბრტყეებს შორის იმყოფება, განისაზღვრება ფორმულით:

$$\dots' = \frac{f}{4} + \frac{1}{2}(\dots - \dots') - \frac{1}{2} \arcsin\left[\frac{\sin \dots'}{\sin \dots} \left(1 - \frac{H - H'}{\dots}\right)\right]. \quad (18)$$

(17) და (18) განტოლებების შედარებით ადვილად დავრწმუნდებით, რომ ძაბვების ნებისმიერ მნიშვნელობისათვის ადგილი ექნება შემდეგ ტოლობას: $\dots - \dots' = \dots - \dots'$.



ნახ.6. ჩვეულებრივი და სპეციალურ დაძაბულ მდგომარეობაში მყოფ სიბრტყეებს შორის კუთხის განსაზღვრა.

ნახ.7. კონტაქტური ფენების სპეციალური დაძაბული მდგომარეობაში მყოფი ამოხნეკილი ქანობის დაცურების ზედაპირის ბადე.

(17) დამოკიდებულების განხილვისას შეიძლება დავადგინოთ, რომ \dots -ს გაზრდით θ კუთხე მცირდება, ხოლო ჩაზნეკილ პროფილის ფერდობებში ზედაპირიდან დაშორებისას ეს კუთხე ერთდროულად იზრდება σ -ს ზრდასთან ერთად. აქედან გამომდინარეობს, რომ ჩაზნეკილ ქანობაში სპეციალური ზღვრული წონასწორობის მდგომარეობა შეუძლებელია.

ამოხნეკილ პროფილის ფერდობებში \dots -ის მიმართულებასა და შესუსტებულ სიბრტყეებს შორის კუთხე (ჰორიზონტალური ან დახრილი) ფერდოს ზედაპირიდან დაშორებისას მცირდება და ამიტომ ეს ფერდობები შესუსტებული ზედაპირების არსებობის შემთხვევაში შეიძლება ვიანგარიშოთ ზღვრული დაძაბულ მდგომარეობის მეთოდით.

მე-7 ნახაზზე გამოსახულია ფენოვანი ქანებით შემდგარი ამოხნეკილი პროფილის ფერდოს დაცურების ზედაპირის ბადე, რომელთა ფენების კონტაქტებთან $K' < K$ და $\rho' < \rho$.

-

«

»

ამოხსენილი პროფილის ქანობის გაანგარიშების დროს, როცა სამთო სამუშაოების შესრულების გამო არსებობს შესუსტებული ზედაპირები, სასაზღვრო პირობას წარმოადგენს (17)-თან ერთად შემდეგი ტოლობები:

$$\left\{ \begin{aligned} &= \frac{f}{2}; \quad t = t_0 = \frac{t_0 + H}{1 + \sin \dots} = \frac{H}{1 - \sin \dots} = \frac{\text{ctg} \dots}{1 - \sin \dots} \end{aligned} \right. \quad (19)$$

(19) ტოლობები გარემოს ზღვრულ დაძაბულობის ზედაპირზე, ხოლო (17)-შესუსტებულ ზედაპირზე.

მე-7 ნახაზზე მოყვანილ მაგალითზე - სუსტ კონტაქტებში დაძაბული მდგომარეობა მაქსიმალურია. სიბრტყეებზე ,რომლებიც იმყოფებიან სპეციალურ ზღვრულ წონასწორობაში, მაქსიმალური დაძაბული მდგომარეობა შეიმჩნევა იმ შემთხვევებში, როცა ციცაბოდ დაშვებული სუსტი ზედაპირები გადაკვეთენ აქტიური წნევის პრიზმას და მაშინ ,როცა შესუსტებული ზედაპირები გადაკვეთენ ამობურცვილ პრიზმას.

3. დასკვნა

(17) და (18) ფორმულები მართებულია არა მარტო ზღვრული დაძაბული მდგომარეობისთვის, არამედ ზღვრული წონასწორობის პირობისთვისაც; ამ ფორმულებით შეიძლება ვისარგებლოთ ძალიან სუსტი ფენოვანი ქანებისაგან შემდგარ ფერდობზე ზედაპირების აგებისას.

ლიტერატურა

1. Арсентьев А.И. Букин И.Ю. Мироненко В.А. Устойчивость бортов и осушение карьеров. М., Недра. 1992, 164 с.
2. Хуан Я.Х. Устойчивость земляных откосов. М., Стойиздат. 1998, 236 с.
3. Фисенко Г.А. Устойчивость бортов карьеров и откосов. М.: Наука, 1985. – 380 с.
4. Соколовский В.В. Статика сипучей среды. М.: Физматгиз, 1960. – 366 с.
5. Kvitsiani T.A. Natural factors promoting the occurrence of snow avalanches'. GEN, No. 3, Tbilisi, 2000. I: 15-20.
6. ინტერნეტსაიტების მონაცემები.
7. კვიციანი ტ. ფერდოს მდგრადობა და ზვავისებრი ნაკადები. გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2000. 140 გვ.

ნაგვის დასაწვავი საღებავი ბარემოს მინიმალური დატვირთვებით

რ. იმედაძე, ლ. ბერიძე, თ. მაღრაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას № 77,0175,
თბილისი, საქართველო)

***რეზიუმე:** სტატია მოიცავს ამ საკითხის გადაწყვეტისათვის უცხო ქვეყნების გამოცდილებას: კერძოდ განხილულია ასეთი სადგურების მუშაობის პრინციპი და კონსტრუქციული შემადგენლობა. მოცემულია ამ საკითხის გადაწყვეტის აქტუალურობა ჩვენი ქვეყნისათვის, ისე რეკომენდაციებიც, ასევე აღნიშნულია ნაგავსაწვავ სადგურებში მიმდინარე ტექნოლოგიური პროცესები და მათი კონსტრუქციული თავისებურებები.*

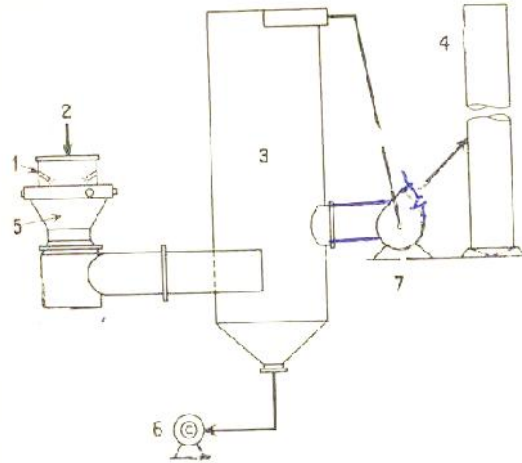
***საკვანძო სიტყვები:** სარეცხელა, ნარჩენები, ნაწილაკები, პლასმასები, ღუმელი, ვენტილიატორი.*

1. შუსავალი

დღევანდელ დღეს საქართველოს უმეტეს დასახლებულ პუნქტებში მიმდინარეობს საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენების დაწვით განადგურება, რაც აჭუჭყიანებს გარემოს როგორც კვამლით, წვის ნარჩენებით, მაგნე აირებით ისე კვამლში შემავალი წვის ნაწილაკებით, ეს პრობლემა დგას არა მარტო ჩვენი ქვეყნის წინაშე, არამედ უმეტეს ქვეყნებში. ნაგვის და ნარჩენების დაწვა მიმდინარეობს დიად მიწის ზედაპირზე და წვის პროდუქტები ქარის საშუალებით ვრცელდება დიდ ტერიტორიაზე, რაც კიდევ უფრო აბინძურებს ჰაერს, განსაკუთრებით ქალაქებთან ახლოს და იწვევს სხვადასხვა სახის დაავადებებს. ამ საკითხის მოგვარებას მსოფლიოს ქვეყნებში სხვადასხვა მეთოდით ებრძვიან. ერთ-ერთია ნაგვის და ნარჩენების დაწვა სპეციალურ სადგურებში, რომელთაც დიდი გავრცელება ჰპოვა აშშ-ის მცირე ზომის ქალაქებში დაახლოებით 20±30 ათასი მცხოვრებლებით. მათი გამოცდილების გაზიარება და გადმოღება ჩვენი ქვეყნისათვის მეტად სასარგებლო და ხელსაყრელია.

2. ძირითადი ნაწილი

ნაგვის და ნარჩენების დასაწვავ სადგურებში ღუმელების აშენების დროს აუცილებელად უნდა იქნას გათვალისწინებული ისეთი დანადგარების გამოყენება, რომლებიც დაიცავენ ჰაერს დატვირთვებისაგან. ამერიკაში ამ მიზნით იყენებენ ნაგვისსაწვავ დანადგარებს, რომლებიც დამზადებულია პლასტმასისიგან, რომელთა გამოყენებამაც მინიმუმადე დაიყვანა კოროზიის საშიშროება და ატმოსფეროში ჭუჭყის გაფრქვევა. ასეთი დანადგარის წარმადობა არის 10 ტ/დღე ღამეში. სარეცხლების სისტემა ასეთ დანადგარებში გათვლილია 30 მ³/წმ გაზის ხარჯით და 4 მ³/წმ წყლის ორთქლზე ტემპერატურით 845°C. გამავალი აირი შედის სარეცხელაში (ნახ. 1), რომელშიც დამონტაჟებულია ორი გამაგრილებელი და ორი ავარიული გამაფრქვეველები.



ნახ. 1

წყლის საიმედო და შეუწყვეტელი მიწოდებისათვის საწიროა რამოდენიმე წყარო ნაგვისაწვავ სადგურაში. ტემპერატურა უნდა იყოს 80°C. გახურებული აირი გადადის ტენის მომშორებელში, რომლის სიმაღლე უნდა იყოს 10 მ და დიამეტრი 3 მ. წყალი ტნისმომშორებლიდან გადადის ცირკულიაციურ ტუმბოებში. აირის გაწოვა სუპარატორიდან ხდება ვენტილიატორებით 20 მ³/წმ-ში სიმძლავრით 20 მ სიმაღლის საკვამლე მილში (77°C). მილი ნაგვისდამწველ სადგურის სახურავის ზემოთ აღმართული უნდა იყოს 4 მ-ზე.

საერთაშორისო ნორმების მიხედვით მყარი ნაწილაკების შემცველობა აირში უნდა იყოს 0,004%, მოხმარებული ჰაერის 50%-ზე გადაანგარიშებისას.

ამერიკაში ნაგივსაწვავ სადგურზე დაკვირვების შედეგად, როცა გაზის ნიმუშების აღება ხდებოდა საკვამლე მილის ოთხი უბნიდან, გაირკვა, რომ მყარი ნაწილაკების შემცველობა გაზში აღმოჩნდა გაცილებით ნაკლები, მასთან შედარებით, რასაც ნორმები ითვალისწინებდა. ღუმელის შიგნით წვის ტემპერატურის რეგულირება, საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ მნიშვნელოვანი რაოდენობით აზოტის ჟანგის წარმოშობა. საქალქო ნაგავში გოგირდის შემცველობა ისედაც მცირეა და აქედან გამდინარე შეიძლება დარწმუნებით ვთქვათ, რომ აირი გარეცხილი სარეცხელში არ შეიცავს SO₂-ის შესამჩნევ რაოდენობას.

ნაწილაკების ჰაერში გაფრქვევის ექსპერიმენტის ცხრილი

ცდის №	გატყორცნილი აირის პარამეტრები			ნაწილაკების შემცველობა აირში %-ში წონის მიხედვით ჰაერის მოსალოდნელი 50% სიჭარბის შემთხვევაში
	სიჩქარე მ/წმ	ხარჯი მ ³ /წმ	საშუალო ტემპერატურა °C	
1	10,4	19	78,2	0,00761
2	10,3	18,7	79,2	0,00612
3	10,8	19,7	75,5	0,00611
4	10,2	18,4	18,4	0,00710

არმირებული პლასტმასების გამოყენება კოროზიის პრობლემების
გადასაწყვეტად

ასეთი სადგურების დანადგარებში გამოიყენება არმირებული შუშის ბოჭკოები პოლიეთილენის პლასტიკატებით. ამ პლასტიკატების სამუშაო რეჟიმი ტემპერატურის მიმართ დიდი არ არის, ამიტომ სარეცხელა სადაც შედის აირი 845°C-ით მზდდება გუმირებული ფოლადით და დაფარული მუხაკამდე აგურით. საკვამლე მილი, ტენის მომშორებელი და წყალსადენის მილები დამზადებულია შუშის არმირებული პოლიეთილენის ფისის მილებით. აირების გარეცხვის დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს კოროზიულობის გააქტიურების გარემო. გამთბარი აირი შეიცავს სულფატებს, ქლორიდებს, სულფატებს და სხვა. რამდენადაც დანადგარი მუდმივად არ მუშაობს, გაცივების დროს ხდება ჰაერის შეწოვა, ძლიერდება აგრესიული ნივთიერებების კონდენსაცია. ამის გარდა ნაგავთან ერთად იწვება დიდი რაოდენობის პლასტმასის მასა რომლებიც წვის დროს დიდი რაოდენობით გამოყოფენ მარილმუხაკს და სხვა ქლორიდებს. ამიტომ უკან დაბრუნებულ წყალს ახასიათებს მუხაკური რეაქცია. ანალიზებით დადგენილია რომ მისი სიდიდე PH=3, რაც ნორმაზე მცირეა.

იმ ტიპის ნაგავსარეცხ სადგურებში სადაც გამოყენებულია უჟანგავი ფოლადი, მალე კოროზირდებოდა. სამუშაოს პირობების შესწავლის შემდეგ, დამპროექტებლები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ დანადგარები უნდა გაკეთდეს პლასტიკებით. მათი გამოყენების უპირატესობას ამაგრებს შემდეგი მონაცემები:

1. პლასტიკატებს ახასიათებს კოროზიამედეგობა და დიდი ხნის გამძლეობა;
2. პლასტიკები უფრო იაფია უჟანგავ ფოლადთან შედარებით და გაცილებით იაფია ტიტანთან და სხვა შენაერთებთან;
3. პლასტიკები მსუბუქია, რაც საყრდენი კონსტრუქციების გამარტივების საშუალებას იძლევა;
4. მიმდინარე რემონტების შემცირება გარეთა მიპორკეთებებში შესაძლებელია პლასტიკების გამოყენების დროს რამდენადაც ისინი კარგად მუშაობენ ატმოსფერულ ზემოქმედებებზე.

დღეისათვის ყველაზე კარგად მიჩნეულია ამერიკელი ნაგვის საწვავი სადგურები. ინჟინრების მიერ შექმნილ სადგურებში კოროზირებული აქტივობებისა და ნაგვის არაერთგვაროვნების გათვალისწინებით შერჩეული იქნა “ატლას-382” პლასტიკატები, რომლებიც ყველაზე მატად გაამართლა და ბევრი ქვეყანა ამ ნაგვის საწვავ სადგურებს იყენებს. კარგი იქნება თუ ჩვენი ქვეყანაც ასე მოიქცევა.

3. დასკვნა

ჩვენს ქვეყანაში დასახლებულ პუნქტებში, ერთ-ერთი პრობლემა გახლავთ ნაგვის და სხვა ნარჩენებისაგან განთავისუფლება. ამ საკითხის გადასაწყვეტად შესაძლებელია გამოყენებული იქნას საზღვარგარეთის ქვეყნების გამოცდილება. ამ საკითხის გადაწყვეტაში განსაკუთრებით წარმატებულია აშშ, რომელთა გამოცდილება მცირე და საშუალო დასახლებულ პუნქტებისათვის (30000) მცხოვრებლამდე, სასურველი იქნება და ამ საქმისათვის ნაგვის დასაწვავი სადგურების შექმნა გაცილებით იაფი დაუჯდა ქვეყანას ვიდრე ახლის შექმნა.

ლიტერატურა

1. ი. ბეიკას – ფირმა “ე შარფ ენდ ბეიკას”. ინჟინერ-კონსულტანტები – “ნაგვის წვის სადგურები”. 1998 წ.

რკინაბეტონის მაღლივი კარკასული შენობები და მათი
სეისმომდებობაზე გაანგარიშების არსებული პრობლემები

დ. გურგენიძე, ლ. კახიანი, მ. სულაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77,
0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: წინამდებარე სტატიაში გადმოცემულია შენობების პროექტებისა და მშენებლობის პრობლემები სესმური რეგიონებისათვის, გაანგარიშების მეთოდების სრულყოფისათვის კვლევების მიმართულებები და ამოცანები.

საკვანძო სიტყვები: სეისმომდებობა, სიხისტე, დეფორმაცია, შენობის ნგრევა, დინამიური მახასიათებლები გაანგარიშების მეთოდი, მზიდუნარიანობა.

1. შესავალი

მიწისძვრა ეს არის სტიქიური უბედურება, რომელიც თავს ატყდება დედამიწის მრავალ რეგიონს და სულ რამდენიმე წამში ანადგურებს შენობა-ნაგებობებს, ზღვაში იწვევს გიგანტური სიდიდის ტალღებს, ხმელეთზე მეწყერებს, მთებში კლდოვანი ქანების ჩამონგრევას, მდინარეების კალაპოტის შეცვლას, არსებული ტბების განადგურებასა და ახლის წარმოქმნას, დიდ მატერიალურ ზარალს, ადამიანთა მსხვერღს.

საქართველოს ტერიტორია აქტიურ სეისმურ რეგიონში, კერძოდ, ხმელთაშუა ზღვის აკვატორიუმში მდებარეობს, სადაც მიწისძვრებს რეგულარული ხასიათი აქვს და ხშირად დამაგნრებელი ძალისაა. მე-20 საუკუნეში მიწისძვრამ იმსხვერპლა 530 000 ადამიანი მხოლოდ ევროპისა და ხმელთაშუა ზღვის რეგიონში. გარდა ამისა, (ნახ. 1) აუნაზღაურებელი ზარალი მიაყენა საკუთრებასა და ეკონომიკას. მკვლევარები ცდილობდნენ და დღესაც აგრძელებენ კვლევებს ახალი სეისმომდებელი შენობების შესაქმნელად

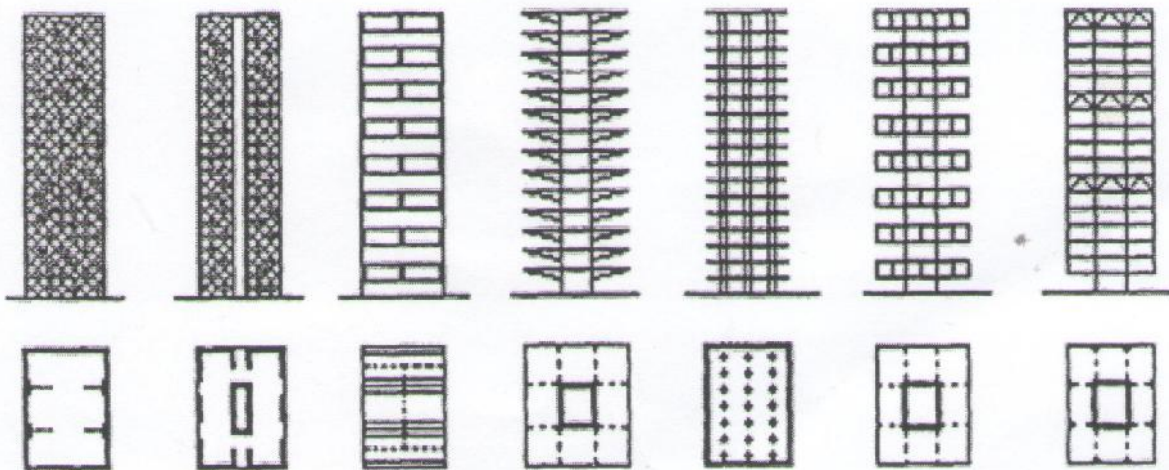


ნახ. 1. მიწისძვრის შედეგი.

2. ძირითადი ნაწილი

უკანასკნელი 40 წლის მანძილზე მიწისძვრების უკეთესად შესწავლა და ამ ხნის განმავლობაში დაგროვებულმა გამოცდილებამ განაპირობა ახალი გაუმჯობესებული სეისმური ნორმების შექმნა, რომელიც დამყარებულია გაანგარიშების დინამიურ მეთოდებზე, ეფუძნება სეისმური აჩქარების სპექტრულ მრუდებს და სწორედ შერჩეული შენობის დინამიურ მახასიათებლებს, როგორცაა საკუთარი რხევის პერიოდი, ფორმა და რხევის დეკრემენტი, დინამიურობის კოეფიციენტი; გარდა ამისა, შენობა-ნაგებობათა საანგარიშო სქემა, სიხისტე, მასების განაწილება, გრუნტის აჩქარება და სხვა. [1]

შეიქმნა გაანგარიშების მრავალი მეთოდი, შენობა-ნაგებობების ახალი სქემები, რომლებიც უზრუნველყოფენ შენობების უსაფრთხო ექსპლოატაციას. ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული გახლავთ კარკასული სქემა, რომელიც ხასიათდება მრავალფეროვნებით.



ნახ.2. კარკასული შენობების კონსტრუქციული გადაწყვეტის სახეები

მაღლივი კარკასული შენობები წარმოადგენს რთულ სივრცით სისტემას, რომელიც შედგება ბრტყელი ვერტიკალური ცალკეული ელემენტებისაგან – ჩარჩოებისაგან, დიაფრაგმებისაგან, შეკრული ელემენტისაგან – ბირთვისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჰორიზონტალური ელემენტებით, გადახურვებით. შენობის მთელი სისტემა ეყრდნობა დრეკად ფუძეს, რომელიც განიცდის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური დატვირთვების ზემოქმედებას.

სეისმომდევობის თეორიის განვითარებაში დიდი წვლილი შეიტანეს მეცნიერებმა: გ. ჰაუზმერმა, ი. გოლდენბლატმა, ი. კარაჩინსკიმ, კ. ზაფრიევმა, გ. ქარცივაძემ, შ. ნაფეტვარიძემ, ს. მელვედემა, ა. ნაზაროვმა, ს. პოლიაკოვმა და სხვებმა.

ბოლო წლებში დიდი ყურადღება მიექცა სეისმური ძალების გამოთვლას რეალური აქსელოგრაფების გამოყენებით; შეიქმნა გაანგარიშების ახალი მეთოდები, როგორცაა “პუშოვერის” მეთოდი და სხვა.

მსოფლიოს სეისმურად აქტიური რეგიონებისთვის დამუშავებულ იქნა სამშენებლო ნორმები და წესები, სეისმომდევო შენობების გასაანგარიშებლად.

დამანგრეველი მიწისძვრების შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მიწისძვრისგან დაინგრა არა მარტო ადრე აშენებული შენობები, რომლებიც სამშენებლო ნორმების და წესების დაცვით არ იყო გაანგარიშებული, არამედ ახლად აგებული შენობები. ნგრევის ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენდა მათი საანგარიშო მოდელის მზიდი რკინაბეტონის სვეტების რეალური მუშაობა, სეისმური ზემოქმედებისას კონსტრუქციის ფაქტიური დეფორმაციების თავისუფლების გამოვლენა, მათი გათვალისწინება გაანგარიშებისა და დაგეგმარების დროს. შენობათა რკინაბეტონის კონსტრუქციების დეფორმირებაზე [3] ყველაზე დიდ გავლენას დატვირთვის ნიშანცვლადი ზემოქმედება, მასალათა მექანიკური მახასიათებლების ცვლილებები ახდენს, რაც თავის მხრივ ცვლის ბზარწამოქმნის და ზღვრული მდგომარეობის ხასიათს, რომელსაც მიყვავართ ელემენტების სიხისტის კლებამდე და საანგარიშო სქემის ცვლილებამდე.

მიუხედავად აღნიშნული პრობლემისადმი დიდი ინტერესისა და კვლევათა მნიშვნელოვანი რაოდენობისა, რომელიც სხვადასხვა ქვეყნის სეისმომდეგი მშენებლობის ცენტრებშია მოყვანილი, პრობლემა მაინც არ არის საკმარისად შესწავლილი. ამიტომ, კვლევები ამ მიმართულებით წარმოადგენს სეისმომდეგი მშენებლობის თეორიისა და პრაქტიკის მეტად აქტუალურ პრობლემას, რომელიც ითვალისწინებს ძლიერი მიწისძვრის პირობებში რკინაბეტონის შენობების და კონსტრუქციების ქცევის გაანგარიშების რიცხვითი მოდელირების გამოყენებით, [2] დეფორმაციული მოდელების საფუძველზე, სადაც შესწავლილი იქნება რღვევამდე შენობათა დეფორმაციის ყველა სტადია და უზრუნველყოფილი იქნება შენობის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების საექსპლოატაციო საიმედოობა.

3. დასკვნა

პრინციპები, რომელზედაც აგებულია საანგარიშო მოდელები და კონსტრუქციული სქემები არასრულად ასახავს იმ პროცესების რეალურ ფიზიკურ სურათს, სადაც ვითარდება როგორც ფუძე გრუნტში, ასევე თვითონ შენობაში ინტენსიური სეისმური ზემოქმედებისას. საჭიროა კვლევების გაგრძელება ახალი გაანგარიშების მეთოდების სრულყოფა, რათა სეისმომდეგი რკინაბეტონის კონსტრუქციებისა და შენობის პროექტირება დამყარებული იქნას მათ რეალურ ქცევაზე ძლიერი მიწისძვრის დროს.

ლიტერატურა

1. Я. М. Аизенберг и другие – Сейсмостойкие многоэтажные здания с железобетонным каркасом = издательство АСВ, москва, 2012 стр. 279
2. В.А. Алмазов – проектирование железобетонных конструкций по ЕВРО нормам - издательство АСВ, москва, 2007 стр. 216
3. ჯ. ესაიაშვილი, ლ. კახიანი, მ. სულავა - რკინაბეტონის კონსტრუქციების პლასტიკურ სტადიაში მუშაობის შეფასება - სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა” №2 (17) 2010 თბილისი გვ. 5.
4. სამშენებლო ნორმები და წესები - „სეისმომდეგი მშენებლობა (პნ 01.01.09) თბილისი, 2009. გვ 166

თანამედროვე ხარახოების გამოყენების მრავალმხრივი
შესაძლებლობები
O. ქვარაია, ა. ზიროსმანიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175;
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია, ლითონის თანამედროვე ხარახოების გამოყენების მრავალმხრივი შესაძლებლობები სამშენებლო, სარემონტო და სარეკონსტრუქციო სამუშაოების შესრულების დროს. მათი სიმტკიცე და უნივერსალურობა, მნიშვნელოვნად ამარტივებს გამაგრების და მონტაჟის სამუშაოებს.

საკვანძო სიტყვები: ლითონი, ხარახო, საყრდენი, გადახურვა, მონტაჟი, ბეტონი, ყალიბი, რემონტი, რეკონსტრუქცია.

1. შესავალი

სამშენებლო სამუშაოების წარმოების დროს, ხარახოების ტიპის შერჩევა ხდება სამუშაოთა შესრულების ძირითადი ამოცანებიდან (მშენებლობა, რემონტი, რესტავრაცია, გამაგრება და სხვა) და პარამეტრებიდან (შენობის სიმაღლე, მისი კონფიგურაცია, დატვირთვები ხარახოს 1 კვმ-ზე და ა.შ.), გამომდინარე. ყველა კერძო შემთხვევა ტექნიკურ-ეკონომიკურ, ტექნოლოგიურ და ფინანსურ დასაბუთებას მოითხოვს, რადგანაც ხარახოების ღირებულების ხვედრითი წილი ხშირად მთელი სამუშაოების ღირებულების 3-5% შეადგენს და საკმაოდ მნიშვნელოვან თანხებთან არის დაკავშირებული. სწორად შერჩეული ხარახები, როგორც წესი ძალიან ამარტივებენ სამშენებლო ტექნოლოგიური პროცესების წარმოებას ობიექტზე და საგრძნობლად აჩქარებენ სამუშაოთა შესრულების ვადებს. ადრე ძირითადად ხის ხარახოები გამოიყენებოდა, რომელთა აგება დიდ მატერიალურ და შრომით დანახარჯებს მოითხოვდა, შეუძლებელი იყო მათი მრავალჯერადი გამოყენება და საიმედოდ დამონტაჟება. ამჟამად სამშენებლო პრაქტიკაში, ფართოდ გამოიყენება ლითონის სხვადასხვა ტიპის ხარახოები.

2. ძირითადი ნაწილი

უკანასკნელ წლებში, დიდი ობიექტების მშენებლობის დროს განსაკუთრებით ხშირად გამოიყენება მილოვანი ლითონის ჩარჩოვანი ხარახოები, რომლებმაც თავისი სიმტკიცითი მახასიათებლებიდან გამომდინარე ძალოვანი ხარახოების სახელი დაიმკვიდრეს. ისინი გამოირჩევიან სიმსუბუქით, მონტაჟის სიმარტივით. ხრახნიანი საყრდენი და დამამთავრებელი სპეციალური ელემენტების საშუალებით ადვილად ხდება ხარახოების სისწორის და მათზე დაყრდნობილი საყალიბე სისტემების ან კონსტრუქციული ელემენტების ჰორიზონტალურობის გასწორება და შენარჩუნება. მათი გამოყენება წარმატებით ხდება მყარი სივრცითი კარკასების ასაგებად, საყრდენების, კონსტრუქციების დროებითი გაძლიერების მოსაწყობად და ა.შ. ეს ბევრი პრობლემის მარტივად და სწრაფად გადაწყვეტის საშუალებას იძლევა მშენებლობაზე, რომელთა ერთი ნაწილი წარმოდგენილია ქვემოთ.

-

«

»

ძალოვანი ხარაჩოები, განსაკუთრებით დიდ გამოყენებას პოულობს ძველი შენობების სარემონტო და სარეკონსტრუქციო სამუშაოების შესრულების დროს. მზიდი კონსტრუქციების დროებითი გამაგრების მიზნით სპეციალური საყრდენებისა და გაძლიერების ელემენტების დამონტაჟების ნაცვლად საკმარისია ხარაჩოს სივრცითი კარკასის აგება, რომელზეც ხდება ვერტიკალური დატვირთვების გადაწილება (ნახ.1).

სწრაფად და ზუსტად ხდება რკინაბეტონის ნებისმიერი სირთულის სართულშუა გადახურვების საყალიბე სისტემის აგება დიდ ფართზე (ნახ.2).

უკიდურესად გამარტივებულია მონოლითური დიდმალიანი რკინაბეტონის კონსტრუქციების, მაგალითად ეკლესია-მონასტრების გუმბათ-თაღოვანი ელემენტების მოწყობა, როდესაც სამუშაოების წარმოების პროცესში ვერტიკალური დატვირთვა მთლიანად ხარაჩოებზე გადადის (ნახ.3).

გარდა ზემოთაღნიშნულისა, ძალოვანი ხარაჩოები დიდი წარმატებით გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის დროებითი მზიდი სივრცითი კარკასების ასაგებად და ნებისმიერ დონეზე სამუშაო ადგილების მოსაწყობად. მათი მონტაჟის შემდეგ იქმნება მყარი კარკასული ნაგებობა, რომელზეც ადვილია ასასვლელი კიბეების და მრავალდონიანი გადასვლელების მოწყობა (ნახ.4).



ნახ.1. ძალოვანი ხარაჩოების გამოყენება გადახურვის ელემენტების საყრდენად



ნახ.2. სართულშუა გადახურვის ფილის საყალიბე სისტემის მოწყობა დიდ ფართზე

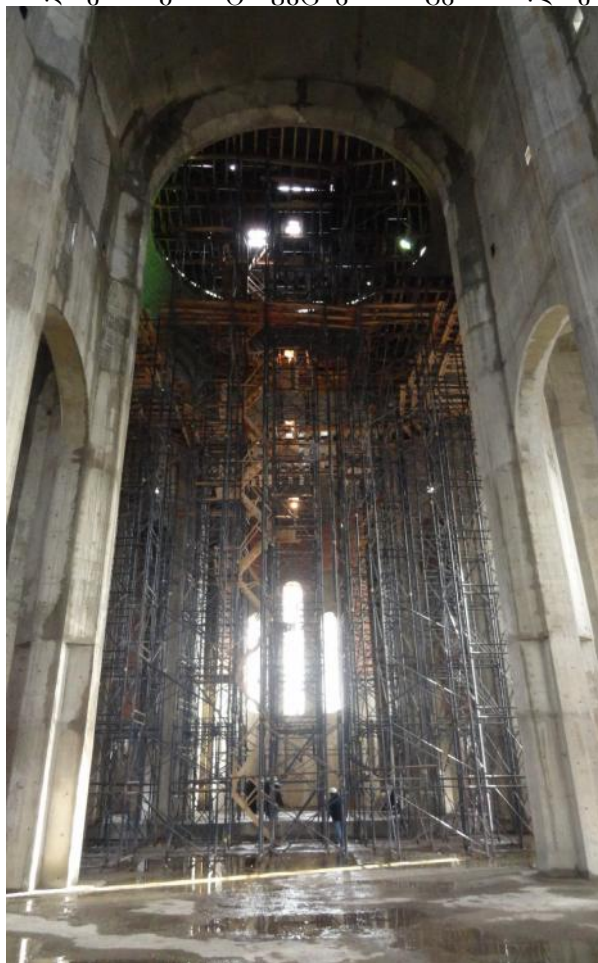
-

«

»



ნახ.3. გუმბათ-თაღოვანი კონსტრუქციების აგება ძალოვანი ხარაჩოებით



ნახ.4. ძალოვან ხარაჩოებზე კიბეების და გადასასვლელების მოწყობა

3. დასკვნა

1. ლითონის ძალოვანი ხარაჩოების მოხმარების პრაქტიკული გამოცდილებიდან გამომდინარე აშკარაა მათი მრავალმხრივი გამოყენების შესაძლებლობები, რაც მნიშვნელოვნად ამარტივებს ტექნოლოგიური პროცესების წარმოებას ნებისმიერი სირთულის შენობების აგების, სარემონტო და სარესტავრაციო სამუშაოების შესრულების დროს. ასეთი ხარაჩოებით ადვილად ხდება მძლავრი სივრცითი კარკასული სისტემის შექმნა და მათი დროებით საყრდენებად გამოყენება.

ლიტერატურა

1. ი. ქვარაია, გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების წარმოება უკიდურესად შეზღუდულ პირობებში მშენებლობისა და რეკონსტრუქციის დროს. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2016. 100გვ.

შენობათა ფასადის კედლებში კარ-ფანჯრის ბლოკების ჩამაბრების
საკითხისათვის

შ. ბაქანიძე, ლ. ზამბახიძე, ბ. შალიტაური

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175 თბილისი,
კოსტავას 77)

რეზიუმე: განხილულია შენობათა ფასადის კედლების ღიობებში კარ-ფანჯრის ბლოკების ჩამაბრების საკითხი. რიცხვითი მაგალითის საფუძველზე დასაბუთებულია, რომ მათზე ქარის საანგარიშო დატვირთვის განსაზღვრისას შენობის ადგილმდებარეობის ტიპის და სიმაღლის გათვალისწინების გარდა, საჭიროა სამაგრი დიუბელების შემოწმება არა მხოლოდ ჭრაზე, არამედ ღუნვაზეც. **საკვანძო სიტყვები:** ქარის დაწნევა, კარ-ფანჯრის ბლოკები, სამაგრი დიუბელები, შემოწმება ჭრაზე, შემოწმება ღუნვაზე.

1. შესავალი

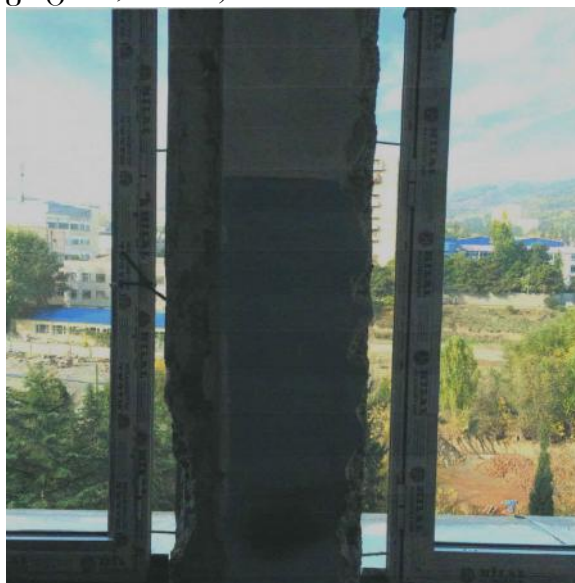
როგორც ცნობილია, შენობის ფასადის კედლის ღიობებში კარ-ფანჯრის ბლოკებს ამაგრებენ პლასტმასის დიუბელებში ჩახრახნილი ფოლადის სჭვალეებით. ხშირად მათი დიამეტრისა და რაოდენობის შერჩევას არ ითვალისწინებენ კარ-ფანჯრის ბლოკზე ქარის დაწნევის საანგარიშო მნიშვნელობის ცვლილებას შენობის ადგილმდებარეობის ტიპისა და სიმაღლის მიხედვით.

გარდა ამისა, არ ხდება სამაგრი დიუბელების შემოწმება ჭრაზე (როცა ბლოკი მჭიდროდაა განთავსებული ღიობში) და ღუნვაზე (როცა ბლოკისა და ღიობის ფერდობებს შორის არის ღრეჩო).

წინამდებარე სტატიაში, რიცხვითი მაგალითის საფუძველზე, ნაჩვენებია, რომ ზემოაღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინება აუცილებელია.

2. ძირითადი ნაწილი

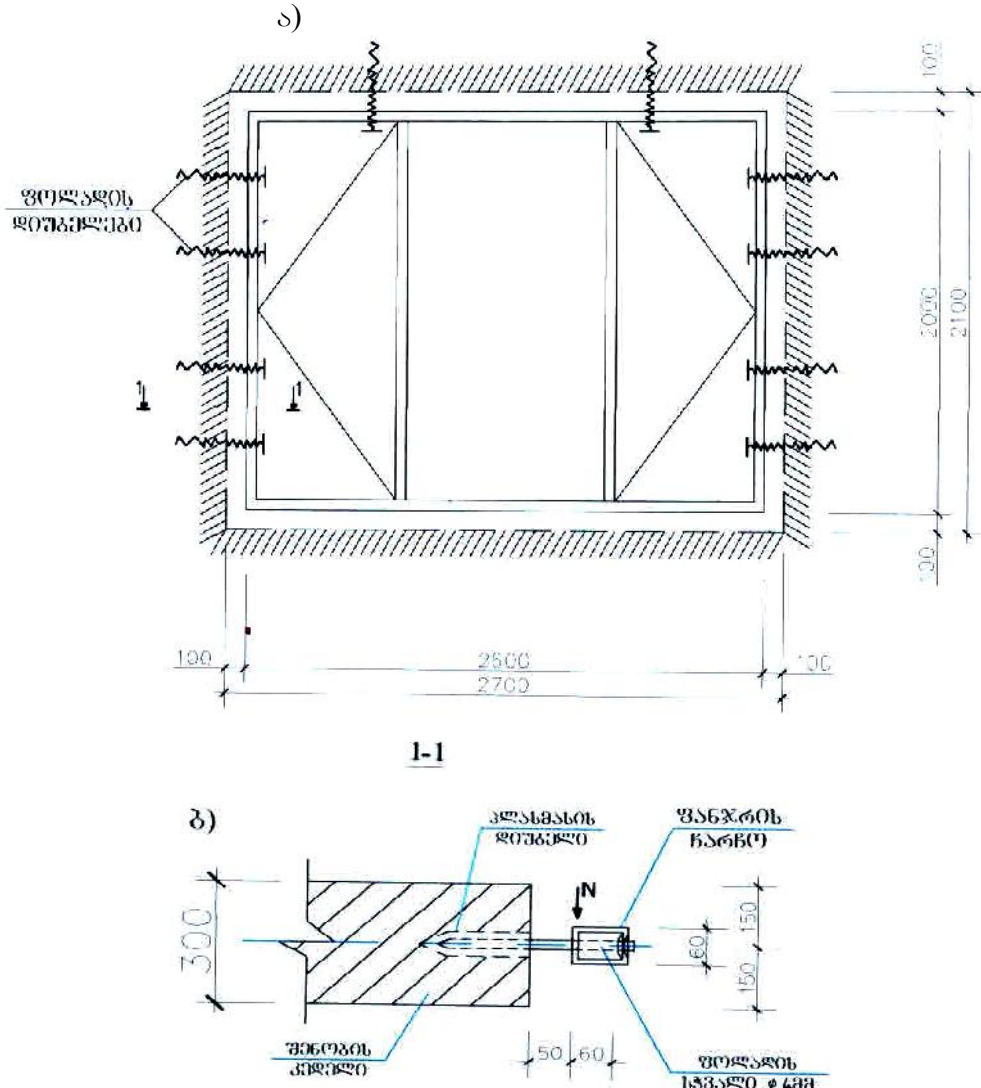
თბილისის ერთ-ერთ მშენებლობაზე, 30 მეტრის სიმაღლის რეკონსტრუირებად შენობაში ჩააყენეს მეტალოპლასტმასის ფანჯრის ბლოკი ზომებით: 260X200 სმ მაშინ, როცა ღიობის ზომები იყო 270X210 სმ, რის გამოც ფანჯრის ოთხივე მხარეს გაჩნდა ღრეჩოები სიგანით 5 სმ. (ფოტო 1, ნახ. 1).



ფოტო 1

ბლოკის ღიობებში ჩასამაგრებლად გამოიყენეს პლასტმასის დიუბელებში ჩახრახნილი ფოლადის სტვალები დიამეტრით 4 მმ, რომლებიც განთავსებული იყო ნახ. 1-ის მიხედვით: 4-4-გვერდებზე და 2-ჩარჩოს ზედა გვერდზე. (ქვედა გვერდის ჩაუმაგრებელობის მიზეზად დაასახელეს მომავალში ამ ადგილზე ფანჯრის რაფის მონტაჟი).

შევამოწმეთ ჩამაგრების საკმარისობა.



ნახ.1 ა. ფანჯრის ბლოკი, საერთო ხედი; ბ. კვეთი 1-1

ქარის დატვირთვა ფასადის 1 მ²-ზე (ნორმატიული დატვირთვა 85 კგ/მ², შენობის ადგილმდებარეობის ტიპი B, სიმაღლე – 30 მ-მდე, სიმაღლის მიხედვით ქარის დაწოლის გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი – 1,1, დაქარული მიმართულებისათვის):

$$W=85 \cdot 0,8 \cdot 1,1=74,8 \text{ კგ/მ}^2$$

ქარის დაწოლა ფანჯარაზე (2,0X2,6 მ):

$$W=74,8 \cdot 2 \cdot 2,6=388,96 \approx 389 \text{ კგ}$$

სტვალების რაოდენობა - 10 ცალი.

ერთ სტვალზე მოსული დატვირთვა – სტვალზე თანაბრად გადანაწილების შემთხვევაშიც კი (სინამდვილეში, ცხადია, იქნება სხვადასხვა):

$$N=389/10=38,9 \text{ კგ}$$

სტვალის შემოწმება ჭრაზე ($\Phi=4$ მმ)

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} = 0,126 \approx 0,13 \text{ სმ}^2$$

$$\sigma = 38,9 : 0,13 = 299 \text{ კგ/სმ}^2 < R=1300 \text{ კგ/სმ}^2$$

ე.ი. პირობა ჭრაზე დაკმაყოფილებულია.

სტვალის შემოწმება ღუნვაზე: (ნახ. 1 კვეთი 1-1)

სტვალში აღძრული მღუნავი მომენტი

$$M=38,9 \cdot 0,05=1,95 \text{ კგ}\cdot\text{მ}$$

$$W_{\text{საჭ.}} = \frac{M}{R} = \frac{195}{2100} = 0,093 \text{ სმ}^3$$

სტვალის ფაქტიური წინაღობის მომენტი:

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,4^3}{32} = 0,006 \text{ სმ}^3 \ll W_{\text{საჭ.}}=0,093 \text{ სმ}^3$$

ე.ი. პირობა ღუნვაზე დაკმაყოფილებული არ არის.

სტვალის საჭირო დიამეტრი

$$0,003 = \frac{3,14 \cdot d^3}{32}; \quad d^3 = 0,95 \text{ სმ}^3; \quad d = 0,98 \approx 1 \text{ სმ}$$

3. დასკვნა

შენობის ფასადის კედლების ღიობებში კარ-ფანჯრის ბლოკების ჩამაგრებისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს შენობის ადგილმდებარეობის ტიპი და ქარის დაწნევის ზრდა სიმაღლის მიხედვით. გარდა ამისა, სამაგრი დიუბელები შემოწმებული უნდა იყოს არა მხოლოდ ჭრაზე, არამედ ღუნვაზეც.

ლიტერატურა

1. 2.01.07.-85 . , 1987, . 35

ახალი თაობის ბეტონები მშრალ წვრილმარცვლოვან-ფხვნილოვან შემოსევაზე

ა. ნაღირაძე, ა. კანკავა

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175; თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია საერთო სამშენებლო ცემენტოვანი ბეტონების განვითარების ეტაპები და ამ ეტაპების შესაბამისად ბეტონის შედგენილობების სრულყოფის საკითხები. დასმულია პრობლემები ახალი თაობის მაღალი სიმტკიცის ბეტონების მიღების შესაძლებლობებზე ჰიპერპლასტიფიკატორების და აქტიური მინერალური დანამატების საფუძველზე. შესწავლილია კომპლექსური ორგანულ-მინერალური დანამატებიანი მაღალი სიმტკიცის და განსაკუთრებით მაღალი სიმტკიცის ფხვნილოვანი ბეტონის მიღების შესაძლებლობები და ტექნიკური თვისებები. შესწავლილია ამ ბეტონების გამაგრების და სიმტკიცის მატების მექანიზმი და ფხვნილ-მაჩქარებლების მოქმედების კინეტიკა ღორღოვან ბეტონებში.
საკვანძო სიტყვები: წვრილმარცვლოვანი, ფხვნილოვანი, შემკერული.

1. შესავალი

ბოლო 60 წლის განმავლობაში საერთო-სამშენებლო დანიშნულების ცემენტოვანმა ბეტონებმა გაიარეს თავისი განვითარების სამი ეტაპი. პირველი ეტაპი დაიწყო XIX საუკუნის მეორე ნახევარში და გაგრძელდა 1970 წლამდე. მათ უწოდებენ ძველი თაობის ბეტონებს. თავის შედგენილობაში ისინი შეიცავდნენ ოთხ ძირითად კომპონენტს: ცემენტს, ქვიშას, ღორღს და წყალს. ქიმიური დანამატები ძირითადად გამოიყენებოდა სპეციალური დანიშნულების ბეტონებში, როგორცაა პუცოლანური, თბომედეგი მინერალური დანამატებით, ასევე ბეტონებში გამამკვრივებელი, ყინვამედეგი, გამაგრების დამაჩქარებელი და შემწელებელი დანამატებით და სხვა. ძლიერი პლასტიფიკატორების გამოყენება ბეტონებში დაიწყო 1969 წლიდან [1].

2. ძირიანი ნაწილი

ბუნებრივი ფხვიერი, ფოროვანი და წყალმოთხოვნილებადი პუცოლანები გამოიყენებოდა ჰიდროტექნიკურ ბეტონებში. თუმცა მიკროკაჟმიწა უკვე ცნობილი იყო, მაგრამ მაღალი დისპერსიულობის და ძლიერი პლასტიფიკატორების უქონლობის გამო მან ვერ ჰპოვა პრაქტიკაში გამოყენება. 1930 წლიდან პლასტიფიკატორად ძირითადად იყენებენ წარმოების ნარჩენებს: სულფიტო-საფუარის დურღოს, გაორთქლილ საფუარის, სულფიტო-სპირტოვან ბარდას; ლიგნოსულფონატებს – ტექნიკურ ლიგნოსულფონატებს, მოდიფიცირებულ ტექნიკურ ლიგნოსულფონატებს და სხვა.

მეორე გარდამავალი ეტაპი – პირველი თაობის ეფექტური სუპერპლასტიფიკატორების გამოყენების პერიოდია. დაიწყო 1970 წლიდან. აქ ძველი თაობის ბეტონების რეცეპტურა, მოდიფიცირებულია ნაფტალინის და მელამინის ფუძეზე დამზადებული სუპერპლასტიფიკატორით. ასეთი პლასტიფიკატორების წარმოება დღესაც მიმდინარეობს, რის შედეგადაც გარდამავალი პერიოდის პლასტიფიცირებული ბეტონების წარმოების მოცულობა საქართველოში უახლოვდება 100%-იან ზღვრებს. სამწუხაროდ არ მოიპოვება ძველი თაობის

-

«

»

სუპერპლასტიფიკატორის გარეშე ბეტონების წარმოების სტატისტიკური მონაცემები. ჩვენი შეფასებით საქართველოს უმეტეს რაიონებში დღესაც იწარმოება სპ-ს გარეშე ბეტონები. სამწუხაროდ ზოგიერთი მწარმოებლები უყურადღებოდ ტოვებენ ბეტონის რეცეპტურაში მნიშვნელოვან რეოლოგიურ გარდაქმნებს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, საშენი მასალებისა და ნაკეთობების კათედრაზე ტ.მ.დ. პროფ. ა. ნადირაძისა და სხვების მიერ რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის კოქსიმიური წარმოების ნარჩენების ბაზაზე, საქართველოში პირველად ადგილობრივ მასალებზე დამზადდა შედარებით იაფფასიანი, ამავე დროს საკმაოდ ეფექტური სუპერპლასტიფიკატორი -1 (ს.მ. 1503240, მოსკოვი 1989 წ.).

ეს დანამატი მკვეთრად ზრდის ბეტონის ნარევის ძვრადობას, მაგალითად სსბ და სდბ მაპლასტიფიცირებელი დანამატების გამოყენებისას ნარევის ძვრადობა იზრდება 2-3-ჯერ, ე.ი. 0-2 სმ კონუსის ჩაჯდომიდან 7-8 სმ-მდე, ხოლო სუპერპლასტიფიკატორების გამოყენებისასა დენადობა იზრდება 1-ჯერ, ე.ი. 0-2 სმ-დან 20-22 სმ-მდე, ცემენტისა და წყლის ხარჯის ცვლილების გარეშე.

გარდა ამისა სპ იძლევა საშუალებას დავზოგოთ ცემენტისხარჯი 15-25%, ხოლო თუ არ არის საჭირო ცემენტის ეკონომია, შესაძლებელია ბეტონის სიმტკიცის ზრდა 15-20%-ით. ამასთან ერთად იგი ამცირებს ვიბროდამუშავების მაქსიმალურ ტემპერატურას 90°C-დან 60°C-მდე, ზრდის წყალუვნადობას, ყინვაგამძლეობას და ნაკეთობების სახიანი ზედაპირის ხარისხს.

1990 წელი – მეორე თაობის ეფექტური სპ-ის ერის დასაწყისია კარბოქსილატების საფუძველზე, ნაცვლად ნაფტალინისა. მაგრამ ქვიშოვან და ღორღოვან ბეტონების რეცეპტურაში, შედგენილობაში და სტრუქტურაში არ მომხდარა მნიშვნელოვანი ცვლილებები. კარდინალური ცვლილებები მოახდინა 1995 წელს პუცოლანების, მიკროკაჟმიწის, მჟავნაცრების და ქვის ფქვილის შემოსვლამ [2]. ამ პერიოდში საზღვარგარეთის მოწინავე ქვეყნებში ბეტონი მრავალკომპონენტია, შეიცავს 6–7 კომპონენტს: მიკროკაჟმიწას და დისპერსიულ მავსებლებს – კვარცოვან (მიკროკვარცი) და ქვის ფქვილს (ბაზალტი, გრანიტი, კირქვა და სხვა). საქართველოში ახალი თაობის ბეტონები დღესდღეობით არ იწარმოება.

ფხვნილოვანი აქტივაცია მეორე გარდამავალ პერიოდში და მესამე პერიოდის დასაწყისში არ გამოიყენებოდა. მაგრამ ამან ვერ მოახდინა სუპერპლასტიფიკატორებით პლასტიფიცირებული ბეტონის ნარევის რეოლოგიის კარდინალური ცვლილება. მისი ძირითადი დანიშნულება იყო გარდამავალი თაობის ბეტონებში ცემენტის ხარჯის შემცირება აქტიური წვრილმარცვლოვანი მავსებლის ხარჯზე. ის ითვალისწინებს წმინდა დისპერსიული მავსებლების შეყვანას ცემენტში 10–40%-ის რაოდენობით. ამ დროს მყარდება სიმტკიცის მაქსიმუმი მავსებლის შემცველობის მოცულობით ფუნქციაში.

მესამე პერიოდი ითვალისწინებს მაღალი სიმტკიცის და განსაკუთრებით მაღალი სიმტკიცის ბეტონების მიღებას – გარდამავალი თაობის ბეტონებში მნიშვნელოვანი რაოდენობით დისპერსიული ფხვნილისებური მავსებლის, აუცილებელი რაოდენობის მიკროკაჟმიწის და წვრილმარცვლოვანი ქვიშის (ფრაქციით 0.1–0.5 0.16–0.63 მმ) დამატებით, რომელსაც უწოდებენ ფხვნილად-აქტივიზირებულ ბეტონებს.

წვრილმარცვლოვანი და ღორღოვანი ბეტონების ფხვნილოვანი აქტივაცია შეიძლება განხორციელდეს მზა მშრალ ცემენტ-დისპერსიული ნარევის საფუძველზე.

მნიშვნელოვანი მიღწევები ბეტონის ტექნიკაში აღინიშნა განსაკუთრებით მაღალი სიმტკიცის (150–200 მპა) ბეტონების დანერგვით [3–4]. ასეთი ბეტონების დასამზადებლად გამოიყენება არა ზემოაღნიშნული მარკის სუპერცემენტები, არამედ ტრადიციული ცემენტები მარკით 500–550 (კლასით 42.5–52.5). თვითგანდგრადი და

-

«

»

თვითგამკვრივებადი ბეტონის ნარევის რეოლოგიური თვისებები ყველაზე უფრო სრულყოფილად ჩანს წვრილდისპერსიულ მინერალ-ცემენტ-წყლის სისტემებში ბოლო თაობის ჰიპერპლასტიფიკატორებით (ჰპ). მინერალ-ცემენტოვან დისპერსიაში რეაქციულად-აქტიური პუცოლანური დანამატების – მიკროკაჟმიწის, მაღალდისპერსიული მეტაკაოლინის – დამატება ხელს უწყობს ბეტონში „ბალასტურ“ ჰიდროლიზური $Ca(OH)_2$ – პორტლანდიტის შეკავშირებას დამატებით მაცემენტირებელ ნივთიერებად. ეს კი ახდენს სიმტკიცის გაზრდას და ბეტონის ყველა ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებების კარდინალური გაუმჯობესებას. უწინარეს ყოვლისა ეს ეხება ფხვნილოვან ბეტონებსაც (ფბ), რომელიც დამზადებულია წვრილმარცვლოვან-ფხვნილოვანი მშრალი ნარევისაგან. ასეთი ნარევები შეიცავს 50–60% ფხვნილოვან (ცემენტი, დაფქული მთის ქანი, თეს-ის წანატაცი ნაცრები და წიდები, მიკროკაჟმიწა) და 40–50% წვრილმარცვლოვან (კვარცოვანი ქვიშა ფრაქციით 0.1–0.6 მმ) – კომპონენტებს.

მშრალი წვრილმარცვლოვან-ფხვნილ-ბეტონის ნარევის დასამზადებლად გამოყენებული იქნა: ცემენტი კასპის ქარხნიდან; დაფქვილი ქვიშა (ქდ) ხვედრითი ზედაპირით 1400–4000 სმ²/გრ საჩხერის ადგილმდებარეობის; წვრილმარცვლოვანი ქვიშა ფრაქციით 0.16–0.63 მმ (ქწ); მიკროკაჟმიწა გრანულირებული ნოვოკუზნეცის ფეროშენადნობთა ქარხნიდან და ჰიპერპლასტიფიკატორი პოლიკარბოქსილატოვან ფუქეზე. ამ ბეტონების კომპონენტების ერთმანეთში შერევა ხდებოდა მიქსერულ შემრევში წინასწარ დოზირებულ წყალში 5–6 წუთის განმავლობაში. ნარევის ჩამოსხმა დანიშნულების შესაბამისად მოხდა ყალიბებში ზომით 40x40x160 მმ, 100x100x100 მმ, 70x70x280 მმ.

გამოცდის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1

შედგენილობის №			1	2	3	4	5	6	7
ბეტონის ნარევის შედგენილობა	მშრალი ფხვნილოვანი	ც	722	738	497	391	480	480	320
		ქდ	332	380	374	293	260	260	235
	ბეტონის ნარევის	მკ	79	73.2	–	39	52	–	22.2
		ქწ	1046	1042	400	547	485	480	351
ჰპ, % ცემენტის წონიდან			0.9	0.9	0.9	0.9	0.75	0.75	0.9
წ/ც (წ/მკვ)			0.3 (0.1)	0.23 (0.08)	0.31 (0.06)	0.39 (0.07)	0.33 (0.06)	0.32 (0.06)	0.376 (0.048)
ბეტონის ნარევის მოცულობითი მასა, კგ/მ ³			2376	2285	2365	2425	2505	2530	2534
სიმტკიცე კუმშვაზე			52	–	52	–	55,6	45,0	66

მშრალი ნარევის რეცეპტურა შეიძლება იცვლებოდეს და შეიცავდეს არა 5, არამედ 4 კომპონენტს: ცემენტი, დაფქული ქვიშა, მიკროკაჟმიწა და სუპერპლასტიფიკატორი. ამ შემთხვევაში ის შეესაბამება ევრაზიის სტანდარტს 3108–2003. ამ სტანდარტით შემკვრელი შეესაბამება ცემენტს, რომელშიც კლინკერის შემცველობა არ აღემატება 35%-ს. ასეთ ცემენტებს არ აწარმოებს საქართველოს არცერთი ცემენტის ქარხანა, თუმცა უკვე 10 წელზე მეტია რაც მოქმედებს სტანდარტი. ამ სტანდარტის შესაბამისად ხდება ამჟამად ქალაქ

ქუთაისში ე.წ. „ახალი ცემენტის“ წარმოება თბოელექტროსადგურის წანაცვ ნაცრებზე და წიდეებზე და მინერალ სპონგოლითზე მათი ქიმიური აქტივაციით.

3. ღასკვნა

1. მშრალი წვრილმარცვლოვანი-ფხვნილოვანი ნარევის გამოყენება ყველა სახის ახალი თაობის ბეტონების მისაღებად რეაქციული-ფხვნილისებური, ფხვნილ-აქტივიზირებული ქვიშოვანი და ფხვნილ-აქტივიზირებული ღორღოვანი შესაძლებლობას იძლევა ავამადლოთ ბეტონის სიმტკიცე 120-160 მპა-მდე, ხოლო ბოჭკოებეტონების 160-240 მპა-მდე და შევამციროთ ცემენტის ხვედრითი ხარჯი. ეს განაპირობებს მშენებლობაში და ბეტონის წარმოების თანმხლებ დარგებში მნიშვნელოვან ეკონომიას;
3. ზოგიერთი სპეციალისტების შემფოთება ბეტონზე, რომელიც დაკავშირებულია ბეტონის ხანგრძლივი ექსპლოატაციის დროს სიმტკიცის კარგვაზე, ითვლება უსაფუძვლოდ. ახალი თაობის ბეტონები არ აქვეითებენ სიმტკიცეს ხანგრძლივი გამაგრებისას და არ შემცირდება მათი სიმტკიცე დროში;
4. ახალი თაობის ბეტონების წარმოებისათვის ცემენტის ქარხნებმა უნდა აითვისონ კომპოზიციური ცემენტების დამზადება ევრაზიული სტანდარტის 3108-2003-ის შესაბამისად. მსხვილ სამშენებლო კომბინატებს, ბეტონის და რკინაბეტონის ქარხნებს შეუძლიათ გადავიდნენ ახალი თაობის ბეტონების წარმოებაზე, თუკი აითვისებენ თავიანთ საწარმოებში მშრალი რეაქციულ-ფხვნილოვანი ნარევების დამზადებას.

ლიტერატურა

1. ა. ნადირაძე “საშენი მასალები და ნაკეთობები”. თბილისი 2014 წ. გვ. 97;
2. Kleingelhofer P. Neue Betouverflissiger auf Basis Polycarboxylat // Proc. 13. Ybasil. Weimar. 1997. Bd. 1. Pp. 491-495.
3. Калашников В. И., Иванов И. А. О структурно-реологическом состоянии предельно разжиженных высококонцентрированных дисперсных систем // Труды IV Национальной конференции по механике и технологии композиционных материалов. София: БАН, 1985. С. 127-130.
4. Richard P., Cheurezy M. Composition of Reactive Powder Concrete. Scientific Division Bougies // Cement and Concrete Research. 1995. Vol. 25. №7. Pp. 1501-1511.
5. კანკავა ვ.ა. დაბალი წყალმოთხოვნილების ცემენტების წარმოება ქვანახშირის სამთოგამდიდრების ნარჩენების ბაზაზე სუპერპლასტიფიკატორის C-3-ის გამოყენებით // ქუთაისის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები, 2000. 3-7 გვ.

ქარის ძრავების სახეობები

ა. ახვლედიანი, ა. გოგოლაძე, გ. ახვლედიანი.

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ქედ-ს (ქარის ელექტრო დანადგარი) ზომების და მათი კოშკების გამაღლების წყალობით, ქარის მაღალი პოტენციალის მქონე ადგილებში, მათი ნომინალური სიმძლავრის გამოყენების კოეფიციენტი შეადგენენ 24-25%, ხოლო 2018-2020 წლებისთვის იგეგმება მისი მნიშვნელობის მიღწევა 28%-დე. თანამედროვე ქედ უმაღლეს ეფექტიანობას აღწევენ მრავალაგრეგატიან ქედ-ს შემადგენლობაში მათი ოპტიმალური განთავსების პირობებში (ქარის მიმართულებისა და ადგილის ტოპოგრაფიის გათვალისწინებით).

საკვანძო სიტყვები: ქარის ელექტრო დანადგარი, ფრთიანი ძრავები, კარუსელური ძრავები, ორთოგონალური ძრავები.

1. შუსაშალი

ქარი ყველგან უბერავს – ხმელეთზე და ზღვაზე. ადამიანი თავიდან ვერ მიხვდა, რომ ჰაერის მასების გადაადგილება დაკავშირებული იყო ტემპერატურის არათანაბარ ცვლილებასთან და დედამიწის ბრუნვასთან, მაგრამ ამას არ შეუშლია ხელი ჩვენი წინაპრებისთვის გამოყენებინათ ქარი ზღვაოსნობისთვის. მატერიკის სიღრმეში არ არის ქარის მუდმივი მიმართულება, რადგან ხმელეთის სხვადასხვა ნაწილები წლის სხვადასხვა პერიოდში თბება განსხვავებულად, შესაძლებელია ვილაპარაკოთ მხოლოდ ქარის სეზონურ დომინანტურ მიმართულებებზე. ამას გარდა, სხვადასხვა სიმაღლეზე ქარი იქცევა განსხვავებულად, ხოლო 50 მ სიმაღლემდე დამახასიათებელია ცვლადი ნაკადები.

2. ძირითადი ნაწილი

ჰაერის ნაკადების საშუალო წლიური სიჩქარეები ასმეტრიან სიმაღლეზე აღემატება 7 მ/წ. თუ კი გახვალთ 100 მეტრიან სიმაღლეზე, გამოიყენებთ რა ბუნებრივ ამალლებას, მაშინ ყველგან შეიძლება ქარის ეფექტიანი აგრეგატის დაყენება.

ქარის ყველა ძრავის მოქმედების პრინციპი ერთია. ქარის ზემოქმედებით ბრუნავს ქარის ფრთიანი ბორბალი, გადაცემების სისტემის მეშვეობით გადასცემს რა საბრუნავ მომენტს გენერატორის ღერძს, რომელიც გამოიმუშავებს ელექტროენერგიას, ასევე წყლის სატუმბს ან ელექტროგენერატორს. რაც უფრო მეტია ქარის ბორბლის დიამეტრი, ჰაერის მით უფრო დიდ ნაკადს მოიცავს და აგრეგატი უფრო მეტ ენერგიას გამოიმუშავებს.

აქ პრინციპული სიმარტივე იძლევა განსაკუთრებულ გასაქანს საკონსტრუქტორო შემოქმედებისთვის, მაგრამ მხოლოდ გამოუცდელ მზერას ეჩვენება ქარის აგრეგატი მარტივ კონსტრუქციად.

ქარის ძრავების ტრადიციული გაერთმთლიანება – ბრუნვის ჰირიზონტალური ღერძით – კარგი გადაწყვეტაა მცირე ზომის და სიმძლავრის მქონე აგრეგატებისთვის. როდესაც ფრთების სიგანე გაიზარდა, მაშინ ასეთი გაერთმთლიანება გახდა არაეფექტიანი, იმიტომ რომ განსხვავებულ სიმაღლეებზე

ქარი უბერავს სხვადასხვა მხარეს. ამ შემთხვევაში არა მხოლოდ შეუძლებელია აგრეგატის ქარის მიმართულებით ოპტიმალურად ორიენტირება, არამედ იქმნება ფრთების დაშლის საშიშროებაც.

ამას გარდა, მსხვილი დანადგარის ფრთების ბოლოები, მოძრაობენ რა დიდი სიჩქარით, ქმნიან ხმაურს. თუმცა, მთავარი წინაღობა ქარის ენერჯის გამოყენების გზაზე მაინც ეკონომიკურია – აგრეგატის სიმძლავრე მცირეა, ხოლო ხარჯები მის ექსპლუატაციაზე – მნიშვნელოვანი. შედეგად ენერჯის თვითღირებულება არ აძლევს საშუალებას ჰორიზონტალური ღერძის მქონე ქარის ძრავებს გაუწიონ რეალური კონკურენცია ენერჯის ტრადიციულ წყაროებს.

ფირმა „ბონის“ (აშშ) ქარის ფრთიანი ძრავების ფრთების სიგრძე არ აღემატება 60 მეტრს, რაც ტრადიციული გაერთმთლიანებისას იძლევა 7 მგვტ სიმძლავრის ქარის აგრეგატების შექმნის საშუალებას. ამჟამად, მათგან ყველაზე დიდი – ფინანსურად ორჯერ „სუსტია“. ქარის ენერჯეტიკაში მხოლოდ მასობრივი მშენებლობის დროს შეიძლება დავეყრდნოთ იმას, რომ კილოვატ–საათის ფასი შემცირდება ათ ცენტამდე.

ქარის ძრავების სახეობები:

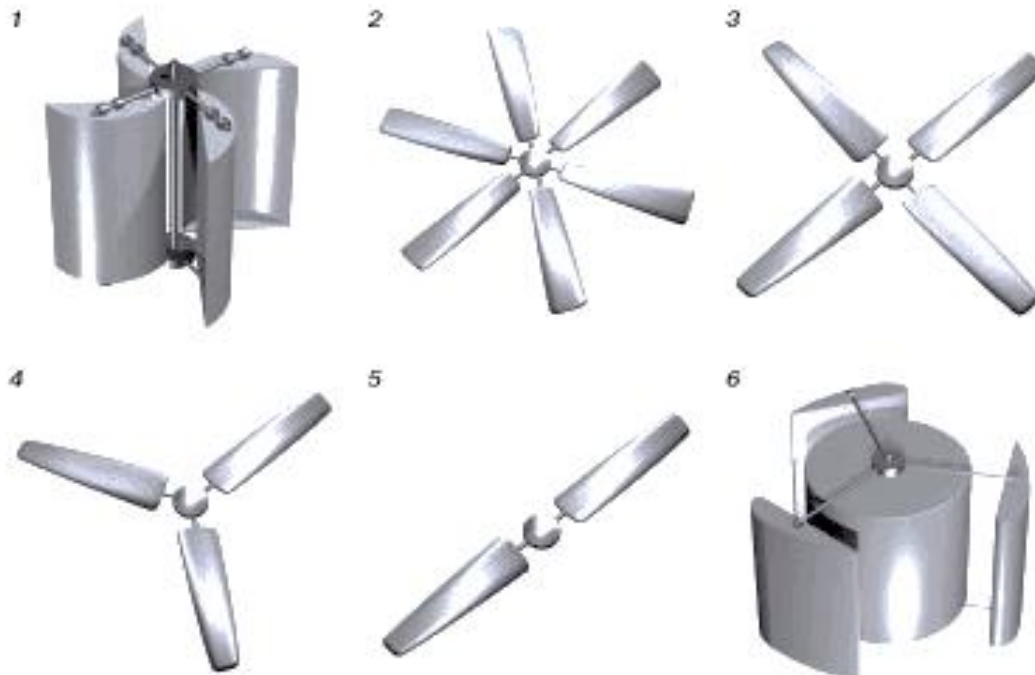
- ქარის ძრავების სახეობების უმეტესობა ცნობილია ისეთი დროიდან, რომისტორიას არც კი ახსოვს მათი გამომგონებლების სახელები.

ქარისაგრეგატების ძირითადი სახეობები გამოსახულია (ნახ. 1)

ისინი იყოფა ორ ჯგუფად;

- ქარის ძრავები ბრუნვის ჰორიზონტალური ღერძით (ფრთიანი) (2...5);
- ქარის ძრავები ბრუნვის ვერტიკალური ღერძით (კარუსელური):
- ფრთიანი (1) და ორთოგონალური (6).

ფრთიანი ქარის ძრავების სახეობები გამოირჩევიან მხოლოდ ფრთების რაოდენობით.



ნახ.1 ქარის ძრავების სახეობები

-

«

»

ფრთიანი ძრავები. ფრთიანი ქარის ძრავებისთვის, რომელთა ყველაზე დიდი ეფექტიანობა მიიღწევა ჰაერის ნაკადის პერპენდიკულარულად მოქმედების დროს ფრთების ბრუნვის ზედაპირისკენ, აუცილებელია ბრუნვის ღერძის ავტომატური მობრუნების მოწყობილობა. ამ მიზნით გამოიყენება ფრთა-სტაბილიზატორი. კარუსელური ქარის ძრავებს გააჩნიათ ის უპირატესობა, რომ საკუთარი მდგომარეობის შეუცვლელად შეუძლიათ იმუშაონ ქარის ნებისმიერი მიმართულების შემთხვევაში.

ფრთიანი ქარის ძრავებს ქარის ენერჯის გამოყენების კოეფიციენტი (იხ. ნახ.1) უფრო მაღალი აქვთ, ვიდრე კარუსელურს. ამავდროულად, კარუსელურს აქვს უფრო დიდი ბრუნვის მომენტი. ეს უკანასკნელი მაქსიმალურია კარუსელური ფრთიანი აგრეგატებისთვის ქარის ნულოვანი ფარდობითი სიჩქარის დროს.

ფრთიანი ქარის აგრეგატების გავრცელება აიხსნება მათი ბრუნვის სიჩქარის ოდენობით. მათ შეუძლიათ მულტიპლიკატორის გარეშე უშუალოდ მიუერთდნენ ელექტროდენის გენერატორს. ფრთიანი ქარის ძრავების ბრუნვის სიჩქარე უკუპროპორციულია ფრთების რაოდენობის, ამიტომ სამზე მეტი ფრთის მქონე აგრეგატი პრაქტიკულად არ გამოიყენება.

კარუსელური ძრავები. კარუსელურ დანადგარებს აეროდინამიკაში განსხვავება აძლევს უპირატესობას ტრადიციული ქარის ძრავებთან შედარებით. ქარის სიჩქარის მატების დროს ისინი სწრაფად ზრდიან წვეის ძალას, რის შემდეგაც ბრუნვის სიჩქარე სტაბილიზირდება. კარუსელური ქარის ძრავები ნელსვლიანებია, და ეს იძლევა მარტივი ელექტრო სქემების გამოყენების საშუალებას, მაგალითად, ასინქრონულ გენერატორთან ერთად, ქარის შემთხვევით დაბერვის შემთხვევაში ავარიის მოხდენის გარეშე. ნელსვლიანობას გააჩნია ერთი შემზღუდავი მოთხოვნა - დაბალ ბრუნზე მომუშავე მრავალპოლუსიანი გენერატორის გამოყენება. ასეთ გენერატორები არ არის ფართოდ გავრცელებულები, ხოლო მულტიპლიკატორების გამოყენება (მულტიპლიკატორი [ლათ. ულტიპლიკატორ - გამამრავლებელი] - რომელიც ზრდის რედუქტორს) არაეფექტიანია ამ უკანასკნელთა დაბალი მარგი ქმედების კოეფიციენტის გამო.

კარუსელური კონსტრუქციის კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი უპირატესობა გახდა მისი უნარი დამატებითი ძალისხმევის გარეშე თვალყური ადევნოს თუ „საიდან უბერავს ქარი“, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ქარის ცვალებადი ნაკადებისას. ასეთი ტიპის ქარის ძრავებს აგებენ აშშ-ში, იაპონიაში, ინგლისში, გერმანიაში, კანადაში.

კარუსელური ფრთიანი ქარის ძრავები ყველაზე მარტივია ექსპლუატაციის დროს. მისი კონსტრუქცია უზრუნველყოფს მაქსიმალურ მომენტს ქარის ძრავის გაშვების დროს და ბრუნვის მაქსიმალური სიჩქარის ავტომატურ თვითრეგულირებას მუშაობის პროცესში. დატვირთვის ზრდასთან ერთად მცირდება ბრუნვის სიჩქარე და სრულ გაჩერებამდე იზრდება ბრუნვითი მომენტი.

ორთოგონალური ძრავები. სპეციალისტების ვარაუდით, ორთოგონალური ქარის აგრეგატები პერსპექტიულია დიდი ენერგეტიკისათვის. ამჟამად, ქარის

-

«

»

ორთოგონალური კონსტრუქციების მომხრეების წინაშე განსაზღვრული სირთულეებია, კერძოდ მათში გაშვების პრობლემაა. ორთოგონალურ მოწყობილობებში გამოიყენება ფრთის იგივე პროფილი, რაც ქვებგერით თვითმფრინავებში (იხ. ნახ. 1, 6).

მანამ, სანამ „დაეყრდნობოდეს“ ფრთის ამწვევ ძალას, თვითმფრინავმა უნდა გააკეთოს გარბენი. ასევეა საქმე ორთოგონალურ მოწყობილობასთან დაკავშირებით. თავიდან მასთან უნდა მივიდეს ენერჯია - რათა დაატრიალოს და მიიყვანოს განსაზღვრულ აეროდინამიკურ პარამეტრებამდე, ხოლო შემდგომ თვითონ გადავა ძრავის რეჟიმიდან გენერატორის რეჟიმზე.

სიმძლავრის შერჩევა იწყება დაახლოებით ქარის 5 მ/წ სიჩქარის დროს, ხოლო ნომინალური სიმძლავრე მიიღწევა 14...16 მ/წ სიჩქარის შემთხვევაში.

ქარის დანადგარების წინასწარი გათვლები ითვალისწინებენ მათ გამოყენებას 50 კვტ-დან 20000 კვტ-მდე დიაპაზონში. 2000 კვტ სიმძლავრის რეალისტურ მოწყობილობაში იმ რგოლის დიამეტრი, რომელზეც მოძრაობენ ფრთები, შეადგენს დაახლოებით 80 მეტრს.

დიდი სიმძლავრის მქონე ქარის ძრავს დიდი ზომები აქვს. თუმცა შეიძლება შემოვიფარგლოთ მცირედით - რიცხვით და არა ზომით. დავურთავთ რა თითოეულ გენერატორს ცალკე გარდამქმნელს, შეიძლება შევაჯამოთ გამომავალი სიმძლავრე, რომელსაც გამოიმუშავენ გენერატორები. ამ შემთხვევაში იზრდება ქარის დანადგარების საიმედოობა და გამძლეობა.

3. დასკვნა

რეალურად მომუშავე ქარის აგრეგატებმა გამოავლინეს რიგი უარყოფითი, ასევე დადებითი თვისებები. მაგალითად, ქარის გენერატორების გავრცელებამ შეიძლება შეაფერხოს ტელეგადაცემების მიღება და შექმნას ძლიერი ხმოვანი რხევები. ქარის ძრავებს შეუძლიათ არა მარტო ენერჯიის გამომუშაება, არამედ ენერჯიის დაუხარჯავად ბრუნვის მეშვეობით ყურადღების მიპყრობა რეკლამისთვის. ყველაზე მარტივი - ერთ ფრთიანი კარუსელური ქარის ძრავა წარმოადგენს მართკუთხედ ფირფიტას გადაღუნული ბოლოებით. კედელზე დამაგრებული იგი იწყებს ბრუნვას უმნიშვნელო ქარის დროსაც. ფრთების დიდ ფართობზე კარუსელურ სამ-ოთხ ფრთიან ქარის ძრავს შეუძლია აბრუნოს სარეკლამო პლაკატები და მცირე ზომის გენერატორი. აკუმულატორში დაგროვილ ელექტროენერჯიას შეუძლია გაანათოს ღამით რეკლამიანი ფრთები, ხოლო უქარო ამინდში ასევე აბრუნოს ისინი.

ლიტერატურა

1. ა. ვ. ახვლედიანი, ა. შ. გოგოლაძე, გ. ა. ახვლედიანი. „ () () „. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №4(35). 2014წ. ქ. თბილისი. გვ. 32-39
2. ა. ვ. ახვლედიანი, ა. შ. გოგოლაძე, გ. ა. ახვლედიანი. „თანამედროვე ქარის ენერგეტიკის ტექნოლოგიური დონე“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №4(35). 2014წ. ქ. თბილისი. გვ. 129-131

რკინაბეტონის ჩარჩოვანი კარკასის გაანგარიშება
სეისმომდებლობაზე ცხრილების დახმარებით

ლ. ავალიშვილი, ზ. კავლელაშვილი, მ. თავაძე, ხ. გორჯოლაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0715
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომი წარმოადგენს რკინაბეტონის ჩარჩოვანი კარკასის სეისმომდებლობის თეორიულ გამოკვლევას თავისუფლების ორხარისხიანი დინამიკური საანგარიშო სქემის მიხედვით. კომპიუტერული გაანგარიშებისათვის გამოყენებულია სპეციალური საინჟინრო პროგრამა „ლირა“. მიღებულია დინამიკური პარამეტრები - საკუთარი რხევის T_1 და T_2 პერიოდები, დინამიკურობის 1 და 2 კოეფიციენტები კარკასის ელემენტების გეომეტრიული პარამეტრებისა და რეალურად შესაძლო დატვირთვების ვარიანტით. ჩატარებულია ძირითადი დინამიკური პარამეტრის - პერიოდის ფაქტორული ანალიზი; შეფასებულია დიფერენცირებულად და რაოდენობრივად (პროცენტულად) პერიოდზე მოქმედ ფაქტორთა ზეგავლენა. ცხრილების სახით მიღებული შედეგი დაახარებს გაანგარიშებას და შეამსუბუქებს დამპროექტებლის შრომას, რაშიც გამოიხატება ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება.

საკვანძო სიტყვები: სეისმომდებლობა, დინამიკური სქემა, პერიოდი, ჩარჩო, კონსტრუქცია, კარკასი, მიწისძვრა.

1. შესავალი

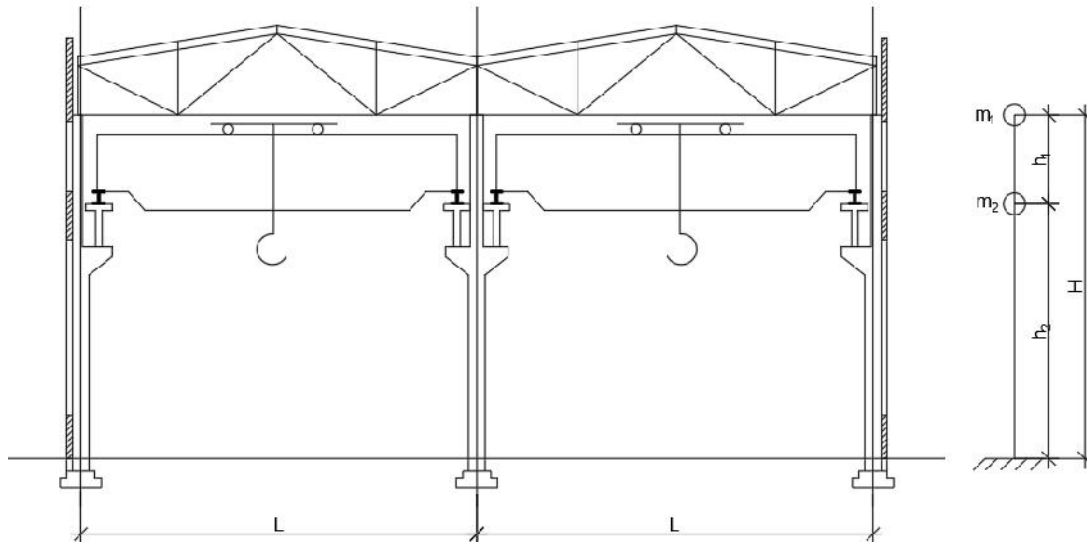
საქართველო სეისმურად აქტიური რესპუბლიკაა. მის ტერიტორიაზე ბოლო სამი ათწლეულის მანძილზე მგრეველი მიწისძვრების გეოგრაფია გაფართოვდა, რაც სეისმური საშიშროების რისკს ზრდის, ამიტომ ჩვენი ქვეყნისათვის სეისმომდებელი მშენებლობა სასიცოცხლო მნიშვნელობის აქტუალური პრობლემაა. შეუძლებელია ამ სტიქიური უბედურების პროგნოზირება, მაგრამ ჩვენს ხელთაა მისი დამანგრეველი შედეგების მინიმუმამდე დაყვანა. ამისათვის საჭიროა სეისმომდებელი კონსტრუქციების სრულყოფა, დინამიკური საანგარიშო მოდელების დაზუსტება, მიწისძვრების ინსტრუმენტული ჩანაწერების ინჟინრული ანალიზი, სპეციფიკური დინამიკური გაანგარიშების დახვეწა, სეისმოიზოლაციის ფართოდ დანერგვა, ახალი მეცნიერული კვლევების საფუძველზე ნორმატიული დოკუმენტაციის კორექტირება და ა.შ. სამშენებლო პრაქტიკა აჩვენებს, რომ სეისმური ნორმატივების დაცვით აგებულ რკინაბეტონის კარკასული კონსტრუქციის შენობებს მაღალი სეისმომდებლობა ახასიათებთ.

2. ძირითადი ნაწილი

წარმოდგენილი თეორიული კვლევის მთავარი ობიექტია რკინაბეტონის ერთსართულიანი ხიდურაამწიანი კარკასული შენობა, რომლის დინამიკური საანგარიშო მოდელი თავისუფლების ორი ხარისხის მქონე რხევადი სისტემაა. აღნიშნული კლასის შენობებს მიეკუთვნება სამრეწველო შენობათა უმრავლესობა, რომელთა ნაწილი ამჟამად აღსადგენია და მისი რეკონსტრუქცია მოითხოვს სპეციალურ დინამიკურ გაანგარიშებებს. გარდა ამისა, აღნიშნული დინამიკური მოდელით იანგარიშება საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებიც : საბავშვო

ბალები, სკოლები, საგამოფენო და სპორტული დარბაზები, საავტორო და სარეაბილიტაციო ცენტრები და ა. შ.

კარკასი შედგება რკინაბეტონის სწორკუთხა კვეთის სვეტებისა და რკინაბეტონის სეგმენტური წამწებისგან (იხ. ნახ.1); ამავე ნახაზზე მოცემულია ჩარჩოვანი კარკასის დინამიკური ორმასიანი საანგარიშო სქემა.



ნახ. 1 გამოსაკვლევი შენობის განივი ჭრილი და დინამიკური საანგარიშო სქემა

კომპიუტერზე გასაანგარიშებლად მომზადდა შემდეგი საწყისი მონაცემები: შენობის მალეები - 18მ; 24მ; 30მ; სვეტების ბიჯი - 6მ; 12მ; სვეტების სიმაღლე - 8,4მ; 9,6მ; 10,8მ; თოვლის დატვირთვა - 0,5კნ/მ²; 1კნ/მ²; 1,5 კნ/მ²; ამწის ტვირთამწეობა - 5ტძ; 10ტძ; 15 ტძ; 20 ტძ; 30ტძ; ბეტონის კლასი - B15; B20; B25; B30.

კომპიუტერული გაანგარიშება ჩატარდა საინჟინრო პროგრამის „ლირა“-ს გამოყენებით ორმასიანი რხევადი სისტემის საფუძველზე კარკასის ელემენტების გეომეტრიული პარამეტრებისა და რეალურად შესაძლო დატვირთვების ვარიანტებით. მიღებულია ჩარჩოვანი კარკასის დინამიკური პარამეტრები: საკუთარი რხევის I ტონის T_1 და II ტონის T_2 პერიოდები, დინამიკურობის β_1 და β_2 კოეფიციენტები. პერიოდის სიდიდე იცვლება ზღვრებში $T_1=(1,184\div 2,528)$ წმ; $T_2=(0,224\div 0,27)$ წმ; შესაბამისი დინამიკურობის კოეფიციენტები - $\beta_1=0,4\div 0,93$; $\beta_2= 3,52 \div 5,35$ (იხ.ცხრ. 1)

მიზანდასახულობის შესაბამისად ჩატარებულ იქნა ძირითადი დინამიკური პარამეტრის - პერიოდის ფაქტორული ანალიზი, ანუ პერიოდზე მოქმედ ფაქტორთა ზეგავლენა შეფასდა დიფერენცირებულად და რაოდენობრივად. ანალიზმა გამოავლინა: პერიოდზე (I ტონი) მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მალის ცვლილება: 18 მ-დან 30მ-მდე მალის გაზრდისას პერიოდი T_1 იზრდება საშუალოდ 30%-ით, T_2 - 16% -ით; ასევე სვეტის სიმაღლის გაზრდით 8,4მ-დან 10,8მ-მდე T_1 იზრდება 28,2%-ით, T_2 - 14,3% -ით; ბეტონის კლასის ამღლება B15-დან B30-მდე პერიოდს ამცირებს 17%-ით; თოვლისა და ამწის დატვირთვების ცვალებადობა ზემოთ აღნიშნულ ზღვრებში პერიოდს პრაქტიკულად არ ცვლის

-

«

»

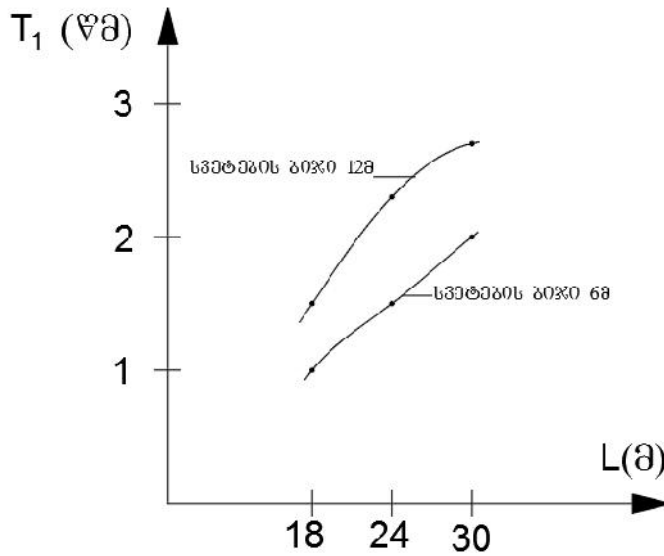
ცხრილი 1

ზემოქმედების სახე	სიდიდე	ბიჯი მ	პერიოდები				დინამიკური კოეფიციენტი	
			T ₁	Δ%	T ₂	Δ%	β ₁	β ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9
განივი ჩარჩოს მალი	12 მ	6	1.304	32.4	0.255	18.27	0.84	4.3
	18 მ		1.444		0.262		0.7	4.19
	24 მ		1.76		0.285		0.68	3.97
	30 მ		1.948		0.312		0.57	3.52
	12 მ	12	1.595	37.22	0.264	4.76	0.7	4.15
	18 მ		1.840		0.261		0.55	4.14
24 მ	2.528		0.273		0.44		4.01	
სვეტის სიმაღლე	8.4 მ	6	1.184	27.4	0.226	16.91	0.93	4.85
	9.6 მ		1.407		0.231		0.79	4.55
	10.8 მ		1.628		0.272		0.68	4.05
	8.4 მ	12	1.333	29	0.205	20.5	0.84	5.35
	9.6 მ		1.932		0.209		0.71	4.96
	10.8 მ		1.88		0.258		0.67	4.26
თოვლის დატვირთვა	0.5 კნ/მ ²	6	1.408	5.4	0.262	0.763	0.78	4.19
	0.64 კნ/მ ²		1.422		0.263		0.72	4.21
	1.0 კნ/მ ²		1.428		0.262		0.76	4.21
	1.5 კნ/მ ²		1.45		0.262		0.74	4.19
	0.5 კნ/მ ²	12	1.83	6.52	0.258	0.769	0.6	4.29
	0.64 კნ/მ ²		1.844		0.263		0.6	4.21
	1 კნ/მ ²		1.898		0.264		0.58	4.21
	1.5 კნ/მ ²		1.930		0.263		0.57	4.21
ამწის დატვირთვა	5 ტ	6	1.390	1.1	0.26	13.79	0.78	4.4
	10 ტ		1.398		0.262		0.78	4.21
	15 ტ		1.400		0.272		0.78	4.07
	20 ტ		1.402		0.284		0.78	3.94
	30 ტ		1.405		0.293		0.78	3.8
	5 ტ	12	1.826	1.14	0.252	15.71	0.60	4.39
	10 ტ		1.83		0.258		0.60	4.29
	15 ტ		1.836		0.268		0.60	4.09
	20 ტ		1.84		0.272		0.60	4.05
	30 ტ		1.847		0.299		0.60	3.67
ბეტონის კლასი	B-15	6	1.483	10.1	0.262	13.74	0.74	4.19
	B-20		1.356		0.248		0.8	4.43
	B-25		1.34		0.236		0.82	4.72
	B-30		1.328		0.226		0.83	4.85
	B-15	12	1.846	16.03	0.26	18.07	0.6	4.22
	B-20		1.712		0.242		0.65	4.54
	B-25		1.605		0.224		0.68	4.9
	B-30		1.556		0.213		0.71	5.15

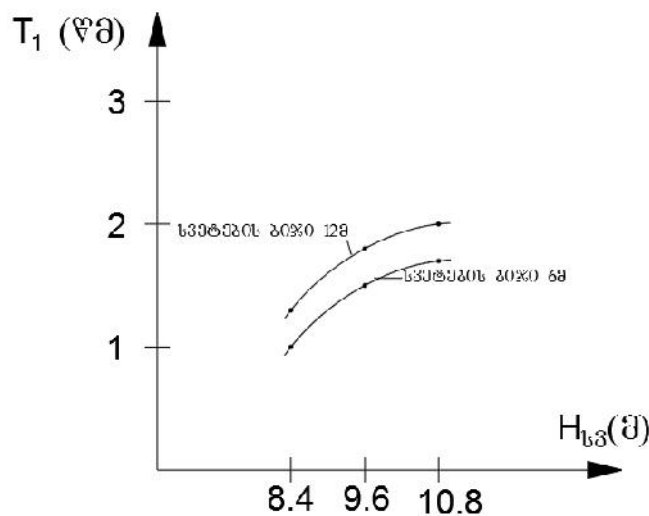
შევნიშნავთ, რომ ჩატარებულ კვლევას აქვს წინასწარი საორიენტაციო ხასიათი. სამაგისტრო შრომის ფარგლებში დაგეგმილია დარჩენილი ყველა შესაძლო ვარიანტების გაანგარიშება სეისმური ძალების დადგენით, რაც რადიკალურად შეამცირებს დაპროექტების დროს ცხრილის შედეგების გამოყენების ხარჯზე; ეს მნიშვნელოვნად აამაღლებს შრომის პრაქტიკულ ღირებულებას.

ქვემოთ ნახატზე მოცემულია რამდენიმე დამახასიათებელი გრაფიკი

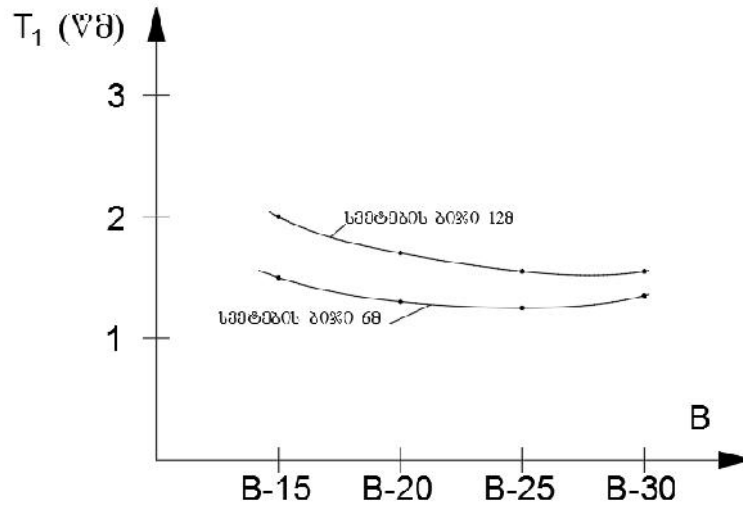
ა) $T_1 = f(L)$;



ბ) $T_1 = f(H_{სვ})$;



გ) $T_1 = f(B-)$;



ნახ. 2 ფუნქციონალური დამოკიდებულების დიაგრამები

ა) $T_1 = f(L)$; ბ) $T_1 = f(H_{სვ})$; გ) $T_1 = f(B)$;

3. დასკვნა

რკინაბეტონის ჩარჩოვანი კარკასის თეორიული გამოკვლევის შედეგად მიღებული დინამიკური პარამეტრების ცხრილით სარგებლობა მნიშვნელოვნად შეამოკლებს სეისმომდებლობაზე შენობის გასაანგარიშებელ დროს.

ძირითადი დინამიკური პარამეტრის - თავისუფალი რხევის პერიოდის ფაქტორულმა ანალიზმა გამოავლინა: შენობის მალის გაზრდა 18მ- დან 30მ- მდე იწვევს ძირითადი (I ტონის) პერიოდის გაზრდას საშუალოდ 30%-ით, ხოლო II ტონისას - 16%-ით; სვეტის სიმაღლის ზრდა 8,4მ-დან 10,8მ-მდე იწვევს T_1 -ის ზრდას 28,2%-ით, T_2 -ის ზრდას - 14,3 %-ით; ბეტონის კლასის ამაღლება B-15-დან B-30- მდე პერიოდს ამცირებს საშუალოდ 17%-ით; თოვლისა და ამწის დატვირთვების ცვალებადობა რეალურ დიაპაზონში რხევის პერიოდს პრაქტიკულად არ ცვლის.

ლიტერატურა

1. საქართველოს სამშენებლო ნორმები და წესები - ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები; პწ.03.01.07, თბილისი 2007 წ.
2. სამშენებლო ნორმები და წესები „სეისმომდებელი მშენებლობა“ (პწ.01.01.09), თბილისი, 2009 წ.
3. ლ. ავალიშვილი, ლ. ბალანჩივაძე, მეთოდური მითითებები რკინაბეტონის ერთსართულიანი კარკასული შენობის გასაანგარიშებლად სეისმურ ზემოქმედებაზე, თბილისი, სტუ-ს გამომცემლობა, 2016 წ.

ქსელურ-ცენტრული ობი (NWC)

ა. ხატელაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას № 77,0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია თანამედროვე საბრძოლო მოქმედებების და ოპერაციების წარმოების ფორმები ხერხები და საშუალებები. მსოფლიოში ტექნოლოგიურ პროგრესთან ერთად ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ გამოიწვია მიწისზედა და საჰაერო-კოსმოსური სივრცის ერთობლივი გამოყენების აუცილებლობა საბრძოლო მოქმედებისას.

საკვანძო სიტყვები: საინფორმაციო ქსელი, მართვის სისწრაფე, თვითსინქრონიზაცია.

1. შესავალი

საომარი მოქმედების თეატრში საბრძოლო მოქმედებების წარმოების ქსელურ-ცენტრული ობის კონცეფცია გულისხმობს დროული და ხარისხიანი ინფორმაციული წარმოქმნის შედეგად საბრძოლო სიძლიერის ზრდას, რის შედეგადაც მიიღწევა ძალების და საშუალებების მართვის პროცესების დაჩქარება, ოპერაციის ტემპის გაზრდა, მოწინააღმდეგის გამანადგურებელი ძალის ეფექტური ჩახშობა, საკუთარი ძალების სიცოცხლისუნარიანობის, მობილურობის გაზრდა და საბრძოლო მოქმედებების თვითსინქრონიზაცია.

გლობალური და რეგიონალური ინფორმაციულ-დარტყმითი, ინფორმაციულ-მმართველობითი და დაზვერვის სისტემები ქმნის მიწისზედა და საჰაერო-კოსმოსური სივრცის ერთობლივი გამოყენების რეალურ შესაძლებლობას. ეს სისტემები დაფუძნებულია საინფორმაციო ტექნოლოგიების, მართვის სისტემების და შეიარაღების თანამედროვე მიღწევებზე და ამავდროულად მიწისზედა, საჰაერო და კოსმოსური ძალები და საშუალებები ინტეგრირებული არიან ერთიან საომარ მოქმედებათა სფეროში. იქმნება რეალური პირობები საბრძოლო მოქმედებების ცენტრალიზებული ხელმძღვანელობის პრინციპების რეალიზაციისათვის.

2. ძირითადი ნაწილი

ქსელურ-ცენტრული ობი იძლევა საშუალებას ჩვენი ძალებით განვახორციელოთ მართვის სისწრაფე;

ქსელურ-ცენტრული ობი საშუალებას გვაძლევს განვახორციელოთ ჯარების ორგანიზება ქვემოდან ზემოთ პრინციპით ან თვითსინქრონიზაციით.

მართვის სისწრაფე შედგება სამი ნაწილისგან: ჯარები მოიპოვებენ საინფორმაციო უპირატესობას უკეთესი ინფორმირების ხარჯზე ან საბრძოლო მოქმედებების მიმდინარეობის უკეთესი გაგებით და არა ზერელე მონაცემებით. ტექნოლოგიურად ამისათვის საჭიროა გაუმჯობესებული გადამცემები, სწრაფი და ძლიერი ქსელი, ტექნიკური გამოსახულებით, ასევე საკმარისად კარგი შესაძლებლობები მოდელირებისა და იმიტაციისათვის; ჯარები, რომლებიც მოქმედებენ სწრაფად, ზუსტად და გაშლილად, აღწევენ მასირებულ ეფექტს; შედეგად მოწინააღმდეგის მოქმედების მიმართულება ხდება წინასწარ ცნობილი. ეს ანგრევს მოწინააღმდეგის სტრატეგიას და იმედია ეს მას შეაჩერებს მოქმედებების დაწყებამდე. ქსელურ-ცენტრული ობის სიმძლავრის ერთ-ერთი ელემენტი არის პოტენციალი, რომელიც,

-

«

»

შეზღუდვების გათვალისწინებით ახდენს რაოდენობრივ, ტექნოლოგიურ და პოზიციური ნაკლოვანებების კომპენსაციას.

ქსელურ-ცენტრული ომი იღებს ძალას მძლავრი ქსელური, კარგად ინფორმირებული, მაგრამ გეოგრაფიულად გაშლილი ძალებიდან. საკვანძო ელემენტებს წარმოადგენს საინფორმაციო ქსელის მაღალი წარმადობა, ყველა შესაბამის საინფორმაციო წყაროსთან წვდომა, იარაღის მოქმედების რადიუსი და მანევრირება რეაქციის სიზუსტითა და სისწრაფით, დამატებული მართვისა და კონტროლის პროცესები საჭირო რესურსების მაღალი სისწრაფის ავტომატიზირებული გადანაწილების და ინტეგრირებული გადამცემი ქსელის ჩათვლით, რომლებიც მჭიდროდაა დაკავშირებული მართვისა და კონტროლის მიმართულებებსა და პროცესებთან. ქსელური-ცენტრული ომი გამოყენებულია ყველა დონის საბრძოლო მოქმედებების წარმოებისას და ხელს უწყობს სტრატეგიის ტაქტიკისა და ოპერაციის ინტეგრაციას. იგი გამჭირვალეა ამოცანის, ზომისა და ჯარების შემადგენლობისათვის, ასევე გეოგრაფიულადაც.

მართვის სისწრაფე არის პროცესი, რომლის დროსაც საინფორმაციო უპირატესობის პოზიცია ხდება კონკურენტული უპირატესობა.

თვითსინქრონიზაცია არის კარგად ინფორმირებული ჯარების შესაძლებლობა განახორციელონ ორგანიზება და კომპლექსური საბრძოლო მოქმედებების სინქრონიზება „ქვემოდან ზემოთ“.

საინფორმაციო უპირატესობა ქსელურ, გაფანტულ შემტევ ძალებთან შერწყმით შექმნის კარგად გათვლილ და ზუსტი მოქმედებების შესაძლებლობას ადრეულ ეტაპზე, რაც მიგვიყვანს ძალიან სწრაფ ცვალებად ტემპამდე. ეს არის რასაც ჩვენ ვუწოდებთ მართვის სისწრაფეს და ეს არის ის რასაც ვუწოდებთ ქსელურ-ცენტრულ ომს.

ქსელურ-ცენტრული ომი მიმართულია საინფორმაციო ტექნოლოგიების მეშვეობით საინფორმაციო უპირატესობის გადასაცემად კონკურენტულ გეოგრაფიულად გაფანტული ძალებს შორის არსებული საიმედო ქსელის გამოყენებით.

ომის ახალი ფორმა, მისი თეორიტიკოსის თანახმად, დაფუძნებულია ოთხ პრინციპზე:

1. მყარი ძალები, აწყობილი ქსელის და დახვეწილი საინფორმაციო განაწილების პრინციპით;
2. ინფორმაციის განაწილება და ურთიერთქმედება აუმჯობესებს ინფორმაციის ხარისხს და საერთო ვითარების ფლობას;
3. საერთო ვითარების ფლობა აუმჯობესებს თვითსინქრონიზაციას;
4. ხოლო ეს თავის მხრივ მნიშვნელოვნად ამაღლებს მისიის ეფექტურობას.

ქსელურ-ცენტრული კონცეფციის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ჯარები რომლებიც მოქმედებენ ამ პრინციპით, საბრძოლო გარემოში ეფექტების გაუმჯობესებული სინქრონიზაციის გამოყენებით შეძლებენ ქონდეთ გაზრდილი საბრძოლო სიძლიერე და მიაღწევენ სწრაფ მართვას, ასევე აამაღლებენ საკუთარ სიცოცხლისუნარიანობას და მოქნილობას.

ქსელურ-ცენტრული ომის მიზანია გარდაქმნას სამხედრო სტრუქტურა ისეთ კონფიგურაციაში, რომელიც ომს გახდის მეტად ეფექტურს: ომი იქნება უფრო სწრაფი (მოქმედებები განვითარდება მაღალი ტემპში); ძალების შემადგენლობა იქნება უფრო კონცენტრირებული; სიკვდილიანობის კოეფიციენტი შემცირდება, ამავედროულად შემცირდება იარაღის გამოყენების საჭიროება; ექნებათ შესაძლებლობა წინასწარ გათვალონ (რეაქტიულ მოქმედებებთან შედარებით), ასევე მოახდინონ ახალი

-

«

»

ტექნოლოგიების ინტეგრირება ქსელში ინფორმაციის საწარმოებლად და მომავალ ოპონენტზე უპირატესობის მოსაპოვებლად.

ქსელურ-ცენტრული გარემოს შექმნის სიძნელე შედგება ორი ნაწილისგან. პირველი არის ცოდნის მართვა - ეს არის აღმოჩენის, ამორჩევის, ორგანიზების, გაფილტვრის, გაცვლის, განვითარების და სოციალურ გარემოში ინფორმაციის გამოყენების სისტემატური პროცესი;

მეორე მნიშვნელოვანი ელემენტი არის ტექნიკური კავშირი და შიდაოპერირება, რომლებიც ქსელური კავშირის ორი ძირითადი მოთხოვნაა.

ამიტომაც აუცილებელია მოხდეს საჭირო ინფორმაციის გადაცემა დაცული კავშირით - არა მხოლოდ „მართვისა და კონტროლის“ სისტემის ელემენტებისათვის, არამედ გაერთიანებული ძალების მომხმარებელთათვისაც, რომლებიც იმყოფებიან ტაქტიკურ პოზიციებზე. დაზვერვის, თვალთვალის და რეკონოსცირების პლატფორმა, რომელიც წარმოადგენს „სენსორს“, ასევე შეიარაღების სისტემებიც ჩართული უნდა იყვნენ ქსელში“.

საინფორმაციო გარემო განისაზღვრება იქ სადაც „ინფორმაცია არსებობს“. მას აქვს ორმაგი მახასიათებელი და შედგება თავად ინფორმაციისა და შუამავლისგან, რომლისგანაც ჩვენ ვაგროვებთ, ვამუშავებთ და ვავრცელებთ ინფორმაციას. საინფორმაციო გარემოს მახასიათებლები მოიცავს ინფორმაციის ხარისხს (სრული, ზუსტი, დროული, აქტუალური და თანმიმდევრული), ვავრცელებას (დიაპაზონი, გადაცემის პროცესი და უწყვეტობა), ასევე ურთიერთქმედებას (ინფორმაციის გაცვლა ან ნაკადი).

ფიზიკური გარემო, ეს არის გარემო, სადაც შეიარაღებული ძალები გადაადგილდებიან დროსა და სივრცეში. იგი მოიცავს ხმელეთს, ზღვას, ჰაერსა და კოსმოსს, რადგანაც მათში ფიზიკურად განლაგებულია სამხედრო პლატფორმები და მათში გადიან კომინუკაციის ქსელები, რომლებიც ამ პლატფორმებს აკავშირებენ.

სოციალური გარემო განისაზღვრება სპეციფიური ენითა და სიმბოლური კავშირით ადამიანებს შორის. ეს არის სფერო, სადაც ხორციელდება ინდივიდების ურთიერთქმედება, რომლებიც არიან არაფორმალური ცოდნის ძლიერი ზეგავლენის ქვეშ...

შემეცნებითი გარემო, როგორცაა - განათლება, გამოცდილება, საზოგადოებრივი აზრი და ვითარების გაცნობიერება, სადაც ჩვენ მივიღებთ გადაწყვეტილებებს და ის უშუალოდ დაკავშირებულია ინტელექტუალურ შესაძლებლობებსა და განვითარების დონესთან. ქსელურ-ცენტრული ომის კონცეფციის გამოყენება მკვეთრად აუმჯობესებს ჯარების შესაძლებლობას სწრაფად, წარმატებულად და ეფექტურად გამოიყენოს ყველა ხელთარსებული საშუალებები დასმული ამოცანების შესასრულებლად.

ქსელურ-ცენტრული ომი აძლევს შეიარაღებულ ძალებს სწრაფად ცვლად გარემოში ადაპტირების საშუალებას. ქსელურ-ცენტრული ომის ძირითადი მახასიათებლები შესაძლებელია აღწერილი იქნეს ინტეგრირებული ჰიპოთეზების ფართო კრებულით, რომლებიც შესაძლებელია გამოიცადოს საბრძოლო ცდების დროს.

პირველი კლასის ჰიპოთეზებს მიეკუთვნება ურთიერთობები, დაკავშირებული ინფორმაციის გაცვლასთან და საერთო ინფორმირებულობის გაზრდასთან.

ჰიპოთეზის მეორე კლასი მოიცავს საერთო ინფორმირებულობისა და სინქრონიზაციის კავშირს, მაგალითად საერთო ინფორმირებულობის დონისა და სინქრონიზაციაში თანამშრომლობის ეფექტი.

ჰიპოთეზის მესამე კლასი გულისხმობს კავშირს სინქრონიზაციასა და მისიის ეფექტურობას შორის.

-

«

»

ამისათვის საჭიროა გავიგოთ:

1. კონკრეტული პირობები, რომლის დროსაც საერთო ინფორმაციის ჰიპოთეზა - საერთო ინფორმირებულობა არის სიმართლე;
2. გადამცემი ფუნქციის ფორმა ინფორმაციის გაცვლასა და საერთო ინფორმირებულობას შორის;
3. ცვლილებები, რომლების ზეგავლენას ახდენენ ამ ურთიერთობაზე (როგორცაა: ინფორმაციის გაცვლის ფორმა, ინფორმაციის ხარისხი, მონაწილეებს შორის ცოდნის განაწილების დონე);
4. დაბრკოლებები, როგორცაა საინფორმაციო გადატვირთვა, რაც არ აძლევს საშუალებას ინფორმაციის გაცვლა გავიდეს საერთო ინფორმირებულობის დონეზე;
5. მიდგომები ამ დაბრკოლებების გადასაღებად.

ქსელურ-ცენტრული ომი - ორიენტირებულია საინფორმაციო უპირატესობის მისაღწევად, არის კონცეფცია სამხედრო ოპერაციების ჩასატარებლად, რომელიც ითვალისწინებს გაერთიანებული ძალების საბრძოლო ძალის დაჯგუფების გაზრდას საინფორმაციო ქსელის შექმნის ხარჯზე, რომელიც აკავშირებს გადამცემებს (მონაცემების წყაროს), გადაწყვეტილების მიმღებ და აღმასრულებელ პირებს, რაც იძლევა საშუალებას მონაწილეებამდე დაყვანილ იქნეს ინფორმაცია ვითარების შესახებ, აჩქარებს ძალებისა და საშუალებების მართვის პროცესს, ასევე ამაღლებს ოპერაციის ტემოს, მოწინააღმდეგე ძალების დამარცხების ეფექტურობას, საკუთარი ძალების სიცოცხლის უნარიანობასა და საბრძოლო მოქმედებების თვითსინქრონიზაციის დონეს.

3. დასკვნა

საინფორმაციო-ტექნოლოგიური კომპლექსის არსებობა უზრუნველყოფს ოპერატიული ინფორმაციის მოპოვებას, დროის რეალურ მაშტაბში, ინფორმაციის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური სქემით საიმედო და მოწინააღმდეგისთვის მიუწვდომელ გადაცემას, ერთიან ინფორმაციულ სივრცეში მართვის სისტემებზე დაყრდნობით გადაწყვეტილების მიღებას და მოწინააღმდეგისაგან დაცულად მის შემსრულებლამდე დაყვანას; მინიმუმამდე დაყვანის ციკლს- „აღმოჩენა-გარჩევა-დამიზნება-განადგურება“ შესრულების დროის ხანგრძლივობას, საინფორმაციო კომუტაციური უკუკავშირით დადასტურებას დავალების შესრულების შესახებ, რაც ზრდის შეიარაღებული ძალების მაღალეფექტურობას.

ლიტერატურა

1. . « »:
2. [] URL: <http://www.strana-oz.ru/?numid=26&article=1133> (04.09.2010).
3. URL: <http://www.geopolitica.ru/News/5126/> (26.02.2011).
4. [] URL: <http://www.fondsk.ru/news/2010/10/15>

შედგენილი ცილინდრული გარსის არასტაციონალური
დეფორმაციის საპითხისათვის

თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77,
0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში განიხილება ორფენიანი ცილინდრული გარსი, რომლის გარე ფენა ემორჩილება ჰუკის კანონს, ხოლო შიგა ფენის მასალა ვერ ეწინააღმდეგება ძვრის დეფორმაციას. აქედან გამომდინარე დეფორმაციებს არასტაციონალური ხასიათი აქვთ. ოსტოვრადსკი-ჰამილტონის პრინციპზე დაყრდნობით [1] მიღებულია ძირითად განტოლებათა სისტემა რომლის ამოხსნისათვის გამოყენებულია სასრულ სხვაობათა რიცხვითი ინტეგრების მეთოდი.

საკვანძო სიტყვები: დენადობის ზღვარი, ფენა, ძაბვა, ძაბვების დევიატორი, დეფორმაცია, გადაადგილებები, პლასტიკური დენადობა, სფერული დენადობის ზედაპირი, ძაღვები.

1. შუსაგალი

განიხილება ორფენიანი ცილინდრული გარსი, რომლის შიგა ზედაპირი წარმოადგენს დრეკად-პლასტიკური თვისებების მქონე ლითონს, ხოლო გარე ფენა იზოტროპულ დრეკად მასალას, რომელიც ხასიათდება მცირე წინააღმდეგობით განივი ძვრისადმი. აქედან გამომდინარე, გარე ფენას, მასში დენადობის ზღვრის ტოლი ძაბვების განვითარებისას, ეკარგება უნარი წინააღმდეგობა გაუწიოს გარე დატვირთვას და ამის შედეგად გარსის მუშაობაში მხოლოდ ინერციულად მონაწილეობს.

2. ძირითადი ნაწილი

გარსის გაანგარიშების დაწყებამდე მივიჩნიოთ, რომ მისი შიგა ფენა ექვემდებარება კირჰხოფის ჰიპოთეზას და გარე ფენის ნორმალური შუალედ სიბრტყესთან ადგენს φ კუთხეს. ფენების საკონტაქტო ზედაპირზე შესაძლებელია არსებობდეს ძაბვების წყვეტა.

დამოუკიდებელ პარამეტრებად ავირჩიოთ: ფენებისათვის საერთო ნორმალური გადაადგილება – w , შუა ზედაპირის წერტილების გრძივი და მხები გადაადგილება v_0 , u_0 და კუთხე φ , რომელიც ელემენტის გარე ფენის დახრას განსაზღვრავს.

შიგა და გარე ფენების შეხების ზედაპირზე გადაადგილებათა უწყვეტობის პირობების გამოყენებით მივიღებთ გარე ფენის შუა ზედაპირის წერტილების მხებ და გრძივ გადაადგილებებს

$$\left. \begin{aligned} u_1 &= u_0 + \frac{\delta_0}{2L} \cdot \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\delta_1}{2\delta^2} \cdot \varphi_x, \\ v_1 &= v_0 + \frac{\delta_0}{2L} \cdot \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\delta_1}{2\delta^2} \cdot \varphi_y. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

აქ δ_0 – შიგა ფენის სისქეა, δ_1 – გარე ფენის სისქე, x და y წერტილის კოორდინატებია, L – გრძივი და წრიული კოორდინატები; w – ფენებისათვის საერთო ნორმალური გადაადგილება გარსის საერთო სისქესთან ფარდობაში, $\delta^2 = \delta_0 + \delta_1$;

u_0, v_0, u_1, v_1 შუალედ სიბრტყეზე მდებარე წერტილების გადაადგილებებია - შესაბამისად გრძივი და მხები მიმართულებით.

გადაადგილებათა აღნიშნულ განაწილებას გარსის სისქის მიხედვით დეფორმაციათა ცვლილების შემდეგი ფორმა შეესაბამება:

$$\left. \begin{aligned} e_{xx}^0 &= \left(c_{xx}^0 - \frac{\delta_0}{L} \cdot z_0 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right), \\ \varepsilon_{xx}^p &= \frac{\partial u_0}{\partial x} + \frac{\delta^{\Sigma}}{2L} \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 : (x \rightleftharpoons y), \\ e'_{xx} &= \frac{\delta^{\Sigma}}{L} \left[\varepsilon_{xx}^0 + \frac{\delta_0}{2L} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{\delta_1}{\delta^{\Sigma}} \left(z_1 - \frac{1}{2} \right) \frac{\partial \varphi_x}{\partial x} \right], \\ e'_{xz} &= \frac{\delta^{\Sigma}}{L} \left(\frac{\partial w}{\partial x} - \frac{L}{\delta^{\Sigma}} \varphi_x \right), \\ e_{xy}^0 &= \frac{\delta^{\Sigma}}{L} \left(\varepsilon_{xy}^0 - 2 \frac{\delta_0}{L} \cdot z_0 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right), \\ \varepsilon_{xy}^0 &= \frac{\partial u_0}{\partial y} + \frac{\partial v_0}{\partial x} + \frac{\delta^{\Sigma}}{L} \cdot \frac{\partial w}{\partial x} \cdot \frac{\partial w}{\partial y}, \\ e'_{xy} &= \frac{\delta^{\Sigma}}{L} \left[\varepsilon_{xy}^0 + \frac{\delta_0}{L} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} - \frac{\delta_1}{\delta^{\Sigma}} \left(z_1 - \frac{1}{2} \right) \left(\frac{\partial \varphi_x}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_y}{\partial x} \right) \right] \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

სადაც z_0 და z_1 შიგა და გარე ფენების წერტილების დაშორებაა მათ შესაბამის შუალედურ სიბრტყეებამდე ნორმალის მიმართულებით.

გარსის გარე ფენაში ძაბვები და დეფორმაციები ერთმანეთთან ჰუკის კანონით არიან დაკავშირებული

$$\left. \begin{aligned} \sigma'_x &= \frac{E_1}{1-\nu_1^2} \cdot \frac{\delta^{\Sigma}}{L} (e'_{xx} + \nu_1 \cdot e'_{yy}) : (x \rightleftharpoons y), \\ \sigma'_{xz} &= \frac{E_1}{2(1+\nu_1)} \cdot \frac{\delta^{\Sigma}}{L} e'_{xz}, \\ \sigma'_{xy} &= \frac{E_1}{2(1+\nu_1)} \cdot \frac{\delta^{\Sigma}}{L} e'_{xy}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

E_1 და ν_1 დრეკადობის მოდული და პუასონის კოეფიციენტია.

ძაბვებსა და დეფორმაციებს შორის კავშირი შიდა დრეკად-პლასტიკური ფენისათვის პლასტიკურობის თეორიის დიფერენციალური განტოლებებით დგინდება. საჭიროა ჯამური დეფორმაცია წარმოვადგინოთ შემდეგი ჯამის სახით:

$$\varepsilon_{ij}^{\Sigma} = \varepsilon_{ij}^p + \varepsilon_{ij}^e$$

მასალის პლასტიკური დენადობა აღიწერება Φ სფერული დენადობის ზედაპირზე აქტიური ძაბვების დევიატორის შენახვის გზით. Φ არის სფერო ძაბვათა დევიატორის სივრცეში, რომლის ცენტრის კოორდინატები განისაზღვრება შიგა ძაბვების - R_{ij} სიდიდით

$$\Phi = S_x^2 + S_y^2 - S_x S_y + 3S_{xy}^2 - (t_g^0)^2; \quad (4)$$

სადაც $S_x = \sigma_x - \frac{1}{3}\sigma - R_x$; $R_x = \frac{2}{3}g(2\varepsilon_{xx}^p + \varepsilon_{yy}^p)$; $(x \rightleftharpoons y)$

$$\sigma = \sigma_x + \sigma_y; S_{xy} = \sigma_{xy} - R_{xy}; \quad R_{xy} = \frac{1}{3}g\varepsilon_{xy}^p.$$

აქ g - განმტკიცების პარამეტრია $\sigma_{\text{ღ}}$ - შიგა ფენის დენადობის ზღვარი.

პლასტიკური დეფორმაციების ნაზრდები აქტიურ ძაბვათა დევიატორის კომპონენტებთან შემდეგნაირად არიან დაკავშირებული

$$\left. \begin{aligned} v_{xx}^p &= \} (2S_x - S_y) : (x \rightleftharpoons y); v_{xy}^p = \} \cdot S_{xy}; \\ & \} > 0, \text{ როცა } \Phi > 0 \text{ და } \} = 0, \text{ როცა } \Phi < 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

სრული პლასტიკური დეფორმაციები წარმოდგებიან შემდეგი ჯამის სახით

$$\varepsilon_{ij}^p = \sum_{n=0}^N \varepsilon_{ij}^p(n)$$

შესაბამისი ძაბვები გამოითვლება ცნობილი ფორმულებით [2], ხოლო მათი საშუალებით მოიძებნება შიგა ძალები და მომენტები:

$$\left. \begin{aligned} \bar{N}_x^k &= \frac{E_k \delta_k}{1-\nu_k^2} \cdot \frac{\delta^z}{L} \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \sigma_x^k \cdot dz, \\ \bar{M}_x^k &= \frac{E_k \delta_k^2}{1-\nu_k^2} \cdot \frac{\delta^z}{L} \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} z \cdot \sigma_x^k \cdot dz, \\ \bar{Q}_x^0 &= \frac{\delta^z}{L} \left(\frac{\partial \bar{M}_x^0}{\partial x} + \frac{\partial \bar{M}_{xy}^0}{\partial y} \right), \\ \bar{Q}_x^1 &= \frac{5}{6} \cdot \frac{E_1 \delta_1}{1-\nu_1^2} \cdot \frac{\delta^z}{L} \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \sigma_{xz}^1 \cdot dz, \end{aligned} \right\} (x \rightleftharpoons y), k = 0,1 \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{N}_{xy}^k &= \frac{E_k \delta_k}{2(1+\nu_k)} \cdot \frac{\delta^z}{L} \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \sigma_{xy}^k \cdot dz; \\ \bar{M}_{xy}^k &= \frac{E_k \delta_k^2}{2(1+\nu_k)} \cdot \frac{\delta^z}{L} \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} z \cdot \sigma_{xy}^k \cdot dz, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$t_{ij}^1 = t_{ij}^0 \cdot H(t_{ij}^1 - t_{ij}^0); H(z) = \begin{cases} 1, & z > 0; \\ 0, & z \leq 0. \end{cases}$$

აქ t_{ij}^1 - გარე ფენის ძაბვათა ინტენსივობაა.

გადაადგილებათა ნაზრდი, ისევე როგორც სასაზღვრო პირობები მოიძებნება ჰამილტონ-ოსტოგრადსკის პრინციპიდან გამომდინარე

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= \frac{\partial \bar{Q}_x^1}{\partial x} + \frac{\partial \bar{Q}_y^1}{\partial y} + \frac{L}{R} \bar{N}_y^z + \\ &\frac{\delta^z}{L} \left[\frac{\partial^2 \bar{M}_x^0}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 \bar{M}_{xy}^0}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{M}_y^0}{\partial y^2} - \frac{\delta_0}{2\delta^z} \left(\frac{\partial^2 \bar{N}_x^1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{N}_{xy}^1}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 \bar{N}_y^1}{\partial y^2} \right) \right] + \\ &\frac{\delta^z}{L} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\bar{N}_x^z \frac{\partial w}{\partial x} + \bar{N}_{xy}^z \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\bar{N}_y^z \frac{\partial w}{\partial y} + \bar{N}_{xy}^z \frac{\partial w}{\partial x} \right) \right] + \frac{p_z L^2}{Q \cdot \delta^z}; \\ \frac{\partial^2 u_0}{\partial t^2} &= \frac{\partial \bar{N}_x^z}{\partial x} + \frac{\partial \bar{N}_{xy}^z}{\partial y} - \frac{\delta^z}{L} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(Q_x^z \cdot \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{p_x L}{Q}; \\ \frac{\partial^2 v_0}{\partial t^2} &= \frac{\partial \bar{N}_y^z}{\partial y} + \frac{\partial \bar{N}_{xy}^z}{\partial x} - \frac{\delta^z}{L} \cdot \frac{\partial}{\partial y} \left(Q_y^z \cdot \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \frac{p_y L}{Q}; \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$A \cdot \frac{\delta_1}{\delta^z} \cdot \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = - \frac{\delta^z}{\delta_1} \left(\frac{\partial \bar{M}_x^1}{\partial y} + \frac{\partial \bar{M}_{xy}^1}{\partial x} \right) + \frac{L}{\delta_1} \bar{Q}_y^1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \bar{N}_x^1}{\partial y} + \frac{\partial w \bar{N}_{xy}^1}{\partial x} \right);$$

სადაც $A = \frac{1}{3} \cdot \frac{\rho_1 \delta_1}{\rho_0 + \rho_1}$, აქ ρ_0 და ρ_1 - შიგა და გარე ფენების სიმკვრივეა;

$\bar{N}_j^k, \bar{M}_j^k, \bar{Q}_j^k$ - უგანზომილებო ძალები და მომენტებია, რომლებიც შეესაბამებიან შემდეგ სიდიდეებს:

$$\left. \begin{aligned} Q &= \left(\frac{E_0 \delta_0}{1-\nu_0^2} + \frac{E_1 \delta_1}{1-\nu_1^2} \right) \frac{\delta^z}{\delta_1} \text{ და } Q \cdot \delta^z; \quad N_y^z = \bar{N}_i^0 + \bar{N}_j^1; \\ \bar{Q}_y^z &= \bar{Q}_i^0 + \bar{Q}_j^1; \quad \bar{M}_y^z = \bar{M}_i^0 + \bar{M}_j^1; \quad t = \frac{C}{L} \cdot \tau, \quad C = \sqrt{\frac{E_0 \delta_0 + E_1 \delta_1}{1-\nu_0^2 + 1-\nu_1^2}} \\ &\quad \sqrt{\frac{1}{\rho_0 \delta_0 + \rho_1 \delta_1}} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

p_x, p_y, p_z - ზედაპირული დატვირთვების მდგენელებია.

საწყის პირობებს ექნებათ შემდეგი სახე:

როცა $t=0$ $u = \dot{u} = v = \dot{v}; w = 0; \dot{w} = w(x, y);$

განივი და ტანგენციალური მიმართულებით

როცა $x = 0,1$; $w = \frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial w}{\partial y} = v^k = 0$; $k = 0,1$;

$$\left. \begin{aligned} m_0 \ddot{u}_0^0 &= N_x^z(t, 0, y); m_1 \ddot{u}_1^0 = -N_x^z(t, 0, y); \\ m_0 &= \frac{M_0}{2\pi m^z \cdot L \cdot R}; m_1 = \frac{M_1}{2\pi m^z \cdot L \cdot R}; \\ m^z &= \rho_0 \delta_0 + \rho_1 \delta_1 \\ u_0^0(t, 0, y) &= u_0^1(t, 0, y); u_1^0(t, 0, y) = u_1^1(t, 0, y); \\ \varphi_x(t, 0, y) &= \varphi_y(t, 0, y) = \varphi_x(t, 1, y) = \varphi_y(t, 1, y) = 0. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

თუ დატვირთვა $y = 0$ სიბრტყის სიმეტრიულია, სიმეტრიის ხაზზე დამატებითი პირობები წარმოიქმნება. ეს პირობებია

$$y = 0; \frac{\pi R_0}{L} \varphi; \frac{\partial w}{\partial y} = \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = \frac{\partial u^k}{\partial y} = v^k = \varphi_y = \varphi_x = 0.$$

ამგვარად აგებული განტოლებათა სისტემა ამოიხსნება რიცხვითი ინტეგრების საშუალებით, სასრულ სხვაობათა მეთოდის დახმარებით.

3. დასკვნა

აგებულია ორფენიანი ცილინდრის მზიდუნარიანობის საანგარიშო განტოლებათა სისტემა, როცა ცილინდრის შიგა ფენა ლითონისაა, დრეკად-პლასტიკური თვისებებით, გარე ფენის მასალა ძვრას ვერ ეწინააღმდეგება და ამიტომ დეფორმაციებს არასტაციონარული ხასიათი აქვთ.

მიჩნეულია, რომ გარე ფენა ემორჩილება ჰუკის კანონს. შიგა ფენისათვის დამოკიდებულება ძაბვებსა და დეფორმაციებს შორის პლასტიკურობის თეორიის დიფერენციალური განტოლებებით დგინდება. დენადობის ზედაპირად სფეროა აღებული ძაბვათა დევიატორის სივრცეში და აღიწერება აქტიური ძაბვების დევიატორის შენახვის გზით.

ოსტოგრადსკი-ჰამილტონის პრინციპზე დაყრდნობით მიღებული, გააადგილებათა განმსაზღვრელი განტოლებათა სისტემა იხსნება სასრულ სხვაობათა რიცხვითი ინტეგრების მეთოდით.

ლიტერატურა

1. 1973 . 3.
2. Leech I.W. Numerical calculation technique for long elastic- plastic transient deformation of thin shell // AJAA, 1968, #12.
3. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე. შედგენილი ცილინდრის პლასტიკური დეფორმაციები. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(10). 2008 წ. თბილისი.
4. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე. სქელკედლიანი, ღრუტანიანი ცილინდრული გარსის მზიდუნარიანობა გარე და შიგა დაწნევის მოქმედებისას. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №4(19). 2010 წ. თბილისი.
5. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე. სქელკედლიანი ცილინდრული გარსების არადრეკადი დეფორმაციები მუდმივი ტემპერატურული გრადიენტის და წნევის პირობებში. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(5). 2007 წ. თბილისი.

სივრცეში მოცემული ამოხედილი მრავალკუთხედის მიმართ
 წერტილის მდებარეობის დადგენა, თუ წერტილი და
 მრავალკუთხედი ერთ სიბრტყეზე მდებარეობს

ი. მასპინძელიშვილი, ი. ქადარია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას № 77, 0175, თბილისი,
 საქართველო)

რეზიუმე: დადგენილია სივრცეში მოცემული ამოხედილი მრავალკუთხედის მიმართ წერტილის მდებარეობის პირობები. კერძოდ, რა პირობები უნდა სრულდებოდეს, მდებარეობდეს მრავალკუთხედის არეში, ან მის გარეთ, თუ წერტილი და მრავალკუთხედი ერთ სიბრტყეზე მდებარეობს.

შემოთავაზებული მეთოდი, შეიძლება გამოყენებულ იქნას გეოდეზიის, მხაზველობითი გეომეტრიის და სამშენებლო მექანიკის პრაქტიკული ამოცანების ამოხსნაში.

საკვანძო სიტყვები: ამოხედილი მრავალკუთხედი, მრავალკუთხედის არე, ნახევარსიბრტყე, მონაკვეთი, წერტილი, წრფის განტოლება.

1. შესავალი

სტუდენტთა მომზადების დონე ძირითადად განპირობებულია სასწავლო-მეთოდური სახელმძღვანელოების ხარისხით. მხაზველობითი და ანალიზური გეომეტრიის სწავლებაში მნიშვნელოვანია ისეთი ამოცანების დასმა და გადაწყვეტა, რომელთა შესწავლაც სტუდენტებს გამოუმუშავებს ლოგიკურ აზროვნებას, აუმაღლებს საგნისადმი ინტერესს და განუვითარებს დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევებს.

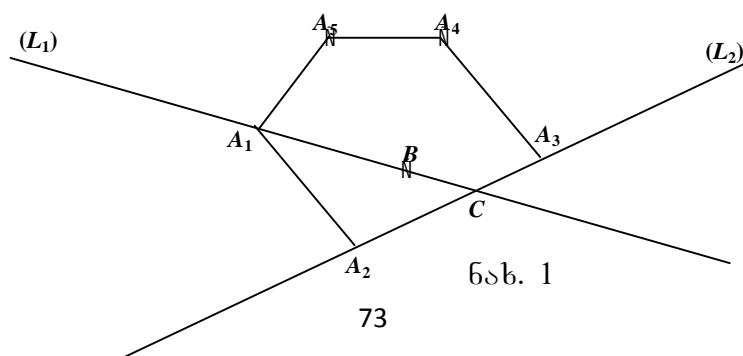
2. ძირითადი ნაწილი

ზოგადი ამოცანა. ამოხედილი მრავალკუთხედის წვეროებია წერტილები: $A_1(x_1; y_1; z_1), A_2(x_2; y_2; z_2), \dots, A_n(x_n; y_n; z_n)$. ამავე სიბრტყეზე მოცემულია წერტილი $B_0(x_0; y_0; z_0)$.

დავადგინოთ პირობები, როდესაც $B_0(x_0; y_0; z_0)$ წერტილი მდებარეობს მრავალკუთხედის არეში; თუ მრავალკუთხედის გარეთაა, დავადგინოთ ნახევარსიბრტყე, რომელშიც $B_0(x_0; y_0; z_0)$ წერტილია.

ამოხსნა. განვიხილოთ მრავალკუთხედი $A_1A_2A_3A_4A_5$. შევადგინოთ წრფის განტოლება, რომელიც გადის $B_0(x_0; y_0; z_0)$ წერტილზე და მრავალკუთხედის რომელიმე წვეროზე, ვთქვათ $A_1(x_1; y_1; z_1)$ -ზე (ნახ.1),

$$\frac{x - x_0}{x_1 - x_0} = \frac{y - y_0}{y_1 - y_0} = \frac{z - z_0}{z_1 - z_0}. \tag{L_1}$$



ნახ. 1

-

«

»

ვიპოვოთ (L_1) წრფის გადაკვეთის წერტილი მრავალკუთხედის რომელიმე გვერდის შემცველ წრფესთან, მაგალითად $A_2(x_2; y_2; z_2)$ და $A_3(x_3; y_3; z_3)$ წვეროვებზე გამავალ წრფესთან, რომლის განტოლებაა

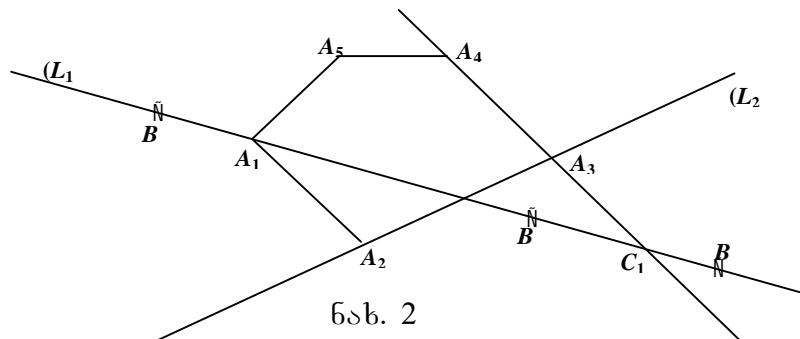
$$\frac{x-x_2}{x_3-x_2} = \frac{y-y_2}{y_3-y_2} = \frac{z-z_2}{z_3-z_2}. \quad (L_2)$$

გადაკვეთის წერტილი იქნება

$$\begin{cases} \frac{x-x_0}{x_1-x_0} = \frac{y-y_0}{y_1-y_0} = \frac{z-z_0}{z_1-z_0}, \\ \frac{x-x_2}{x_3-x_2} = \frac{y-y_2}{y_3-y_2} = \frac{z-z_2}{z_3-z_2} \end{cases}$$

განტოლებათა სისტემის ამონახსნი. ვთქვათ, ეს წერტილია $C(x'_1; y'_1; z'_1)$; $B_0(x_0; y_0; z_0)$ წერტილი, რომ მდებარეობდეს მრავალკუთხედის არეში უნდა შესრულდეს შემდეგი პირობები: 1. $C(x'_1; y'_1; z'_1)$ წერტილი უნდა ეკუთვნოდეს A_2A_3 გვერდს, ე.ი. $|A_2A_3| = |A_2C| + |CA_3|$; 2. $B_0(x_0; y_0; z_0)$ წერტილი უნდა ეკუთვნოდეს A_1C მონაკვეთს, ე.ი. $|A_1C| = |A_1B| + |BC|$.

თუ არ სრულდება პირველი პირობა, მაშინ ვიპოვოთ (L_1) წრფის გადაკვეთის წერტილს $A_3(x_3; y_3; z_3)$ და $A_4(x_4; y_4; z_4)$ წვეროვებზე გამავალ წრფესთან. შევამოწმებთ ეს გადაკვეთის წერტილი ეკუთვნის თუ არა A_3A_4 გვერდს და ა.შ. სხვა შემთხვევაში $B_0(x_0; y_0; z_0)$ წერტილი იქნება მრავალკუთხედის გარეთ, რომელიმე ნახევარსიბრტყეში, (ნახ. 2).



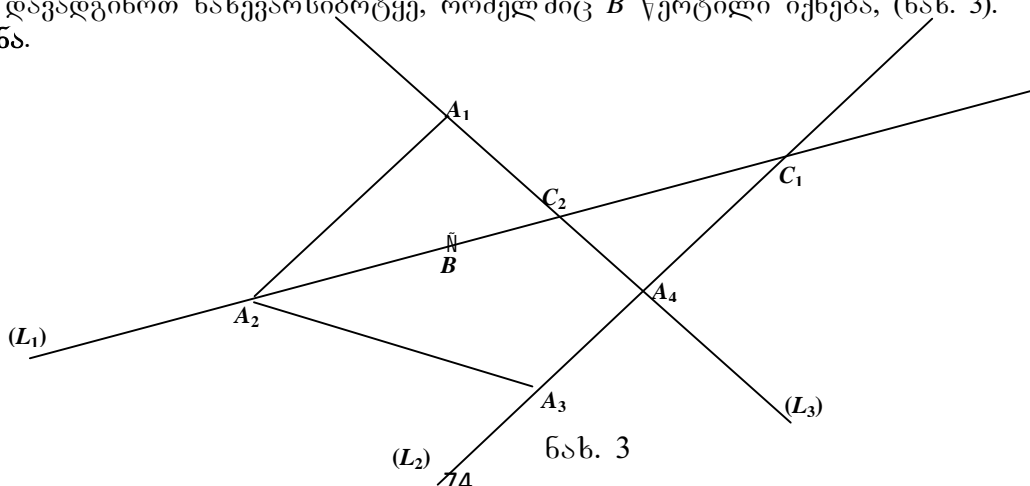
ნახ. 2

ამოცანა 1. ამოხსნეტილი ოთხკუთხედის წვეროებია წერტილები: $A_1(4; 1; \frac{1}{3})$, $A_2(2; 1; 1)$,

$A_3(4; 0; -1)$, $A_4(\frac{9}{2}; \frac{1}{2}; \frac{-1}{2})$. ამავე სიბრტყეზე მოცემულია წერტილი $B(\frac{15}{4}; \frac{3}{4}; \frac{1}{12})$.

დავადგინოთ, B წერტილი ოთხკუთხედის არეში მდებარეობს თუ გარეთ; თუ არ მდებარეობს, დავადგინოთ ნახევარსიბრტყე, რომელშიც B წერტილი იქნება, (ნახ. 3).

ამოხსნა.



ნახ. 3

-

«

»

შევადგინოთ წრფის განტოლება, რომელიც გადის $B\left(\frac{15}{4}; \frac{3}{4}; \frac{1}{12}\right)$ წერტილზე და ოთხკუთხედის რომელიმე წვეროზე, ვთქვათ $A_2(2;1;1)$ -ზე,

$$\frac{x-2}{\frac{7}{4}} = \frac{y-1}{\frac{-1}{4}} = \frac{z-1}{\frac{-11}{12}}. \quad (L_1)$$

ვიპოვოთ (L_1) წრფის გადაკვეთის წერტილი $A_3(4;0;-1)$ და $A_4\left(\frac{9}{2}; \frac{1}{2}; \frac{-1}{2}\right)$ წვეროებზე გამავალ წრფესთან, რომლის განტოლებაა

$$\frac{x-4}{\frac{1}{2}} = \frac{y}{\frac{1}{2}} = \frac{z+1}{\frac{1}{2}}. \quad (L_2)$$

$$\begin{cases} x = \frac{7}{4}t + 2, & y = \frac{-t}{4} + 1, & z = \frac{-11}{12}t + 1, \\ \frac{x-4}{\frac{1}{2}} = \frac{y}{\frac{1}{2}}, & \frac{z+1}{\frac{1}{2}}. \end{cases}$$

$t = \frac{3}{2}$, $x = \frac{37}{8}$, $y = \frac{5}{8}$, $z = \frac{-3}{8}$. შევამოწმოთ, $C_1\left(\frac{37}{8}; \frac{5}{8}; \frac{-3}{8}\right)$ წერტილი ეკუთვნის თუ

არა A_3A_4 გვერდს; ე.ი. $|A_3A_4| = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $|A_3C_1| = \frac{5}{8}\sqrt{3}$, $|C_1A_4| = \frac{\sqrt{3}}{8}$. მაშასადამე, $|A_3A_4| \neq |A_3C_1| + |C_1A_4|$, ამიტომ C_1 წერტილი არ ეკუთვნის A_3A_4 გვერდს. ვიპოვოთ (L_1) წრფის გადაკვეთის წერტილი $A_1\left(4; \frac{1}{3}; \frac{1}{3}\right)$ და $A_4\left(\frac{9}{2}; \frac{1}{2}; \frac{-1}{2}\right)$ წვეროებზე გამავალ წრფესთან, რომლის განტოლებაა

$$\frac{x-4}{\frac{-1}{2}} = \frac{y-\frac{1}{3}}{\frac{1}{2}} = \frac{z-\frac{1}{3}}{\frac{5}{6}}. \quad (L_3)$$

$$\begin{cases} x = \frac{7}{4}t + 2, & y = \frac{-t}{4} + 1, & z = \frac{-11}{12}t + 1, \\ \frac{x-4}{\frac{-1}{2}} = \frac{y-\frac{1}{3}}{\frac{1}{2}}, & \frac{z-\frac{1}{3}}{\frac{5}{6}}. \end{cases}$$

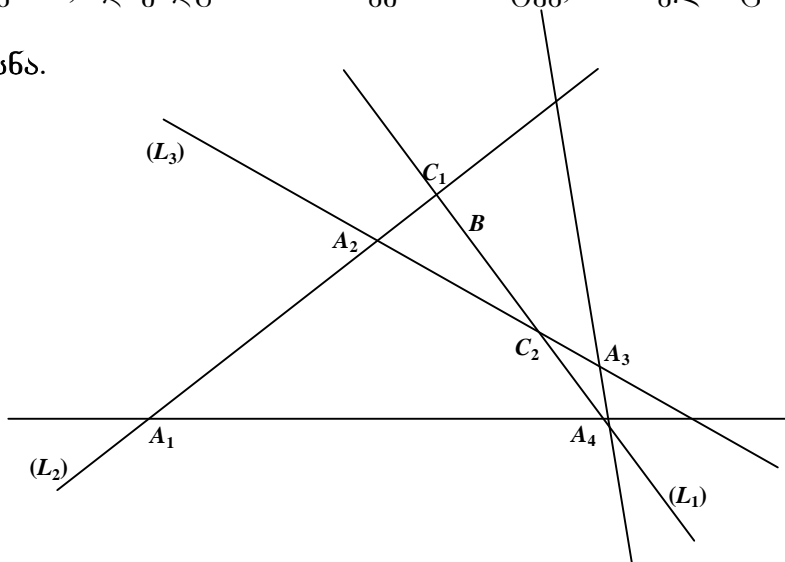
$t = \frac{4}{3}$, $x = \frac{13}{3}$, $y = \frac{2}{3}$, $z = \frac{-2}{9}$. შევამოწმოთ, $C_2\left(\frac{13}{3}; \frac{2}{3}; \frac{-2}{9}\right)$ წერტილი ეკუთვნის თუ

არა A_1A_4 გვერდს; ე.ი. $|A_1A_4| = \frac{\sqrt{43}}{6}$, $|A_1C_2| = \frac{\sqrt{43}}{9}$, $|C_2A_4| = \frac{\sqrt{43}}{18}$. მაშასადამე, $|A_1A_4| = |A_1C_2| + |C_2A_4|$ და C_2 წერტილი ეკუთვნის A_1A_4 გვერდს. $|A_2C_2| = \frac{\sqrt{571}}{9}$, $|A_2B| = \frac{\sqrt{571}}{12}$, $|BC_2| = \frac{\sqrt{571}}{36}$; ე.ი. $|A_2C_2| = |A_2B| + |BC_2|$, ამიტომ B წერტილი ოთხკუთხედის არეში მდებარეობს.

ამოცანა 2. ამოზნექილი ოთხკუთხედის წვეროებია წერტილები: $A_1(0;3;-5)$, $A_2(1;2;-1)$, $A_3(0;2;0)$, $A_4\left(\frac{-2}{3};\frac{7}{3};-1\right)$. ამავე სიბრტყეზე მოცემულია წერტილი $B\left(\frac{5}{4};\frac{3}{2};\frac{5}{4}\right)$.

დავადგინოთ, B წერტილი ოთხკუთხედის არეში მდებარეობს თუ გარეთ; თუ არ მდებარეობს, დავადგინოთ ნახევარსიბრტყე, რომელშიც B წერტილი იქნება, (ნახ. 4).

ამოხსნა.



ნახ. 4

შევადგინოთ წრფის განტოლება, რომელიც გადის $B\left(\frac{5}{4};\frac{3}{2};\frac{5}{4}\right)$ წერტილზე და ოთხკუთხედის რომელიმე წვეროზე, ვთქვათ $A_4\left(\frac{-2}{3};\frac{7}{3};-1\right)$ -ზე,

$$\frac{x+\frac{2}{3}}{\frac{23}{12}} = \frac{y-\frac{7}{3}}{\frac{-5}{6}} = \frac{z+1}{\frac{9}{4}}. \quad (L_1)$$

ვიპოვოთ (L_1) წრფის გადაკვეთის წერტილი $A_1(0;3;-5)$ და $A_2(1;2;-1)$ წვეროებზე გამავალ წრფესთან, რომლის განტოლებაა

$$\frac{x}{1} = \frac{y-3}{-1} = \frac{z+5}{4}. \quad (L_2)$$

$$\begin{cases} x=t, & y=-t+3, & z=4t-5, \\ \frac{x+\frac{2}{3}}{\frac{23}{12}} = \frac{y-\frac{7}{3}}{\frac{-5}{6}} = \frac{z+1}{\frac{9}{4}}. \end{cases}$$

-

«

»

$t = \frac{22}{13}, x = \frac{22}{13}, y = \frac{17}{13}, z = \frac{23}{13}$. შევამოწმოთ, $C_1\left(\frac{22}{13}; \frac{17}{13}; \frac{23}{13}\right)$ წერტილი ეკუთვნის თუ არა A_1A_2 გვერდს; ე.ი. $|A_1A_2| = 3\sqrt{2}, |A_1C_1| = \frac{66}{13}\sqrt{2}, |C_1A_2| = \frac{27}{13}\sqrt{2}$; მაშასადამე, $|A_1A_2| \neq |A_1C_1| + |C_1A_2|$, ამიტომ C_1 წერტილი არ ეკუთვნის A_1A_2 გვერდს.

ვიპოვოთ (L_1) წრფის გადაკვეთის წერტილი $A_1(1;2;-1)$ და $A_3(0;2;0)$ წვერობზე გამავალ წრფესთან, რომლის განტოლებაა

$$\frac{x-1}{-1} = \frac{y-2}{0} = \frac{z+1}{1}. \quad (L_3)$$

$$\begin{cases} x = -t+1, y = 2, z = t-1, \\ \frac{x+\frac{2}{3}}{\frac{23}{12}} = \frac{y-\frac{7}{3}}{\frac{-5}{6}} = \frac{z+1}{\frac{9}{4}}. \end{cases}$$

$t = \frac{9}{10}, x = \frac{1}{10}, y = 2, z = \frac{-1}{10}$. შევამოწმოთ, $C_2\left(\frac{1}{10}; 2; \frac{-1}{10}\right)$ წერტილი ეკუთვნის

თუ არა A_2A_3 გვერდს; ე.ი. $|A_2A_3| = \sqrt{2}, |A_2C_2| = \frac{9}{10}\sqrt{2}, |C_2A_3| = \frac{1}{10}\sqrt{2}$; ე.ი.

$|A_2A_3| = |A_2C_2| + |C_2A_3|$, ამიტომ C_2 წერტილი ეკუთვნის A_2A_3 გვერდს. $|C_2A_4| = \frac{\sqrt{1358}}{30}$,

$|C_2B| = \frac{\sqrt{1358}}{20}, |BA_4| = \frac{\sqrt{1358}}{12}$; ე.ი. $|C_2A_4| \neq |C_2B| + |BA_4|$ და B წერტილი ოთხკუთხედის

არეში არ მდებარეობს. $|C_1C_2| = \frac{9}{130}\sqrt{1358}, |C_1B| = \frac{\sqrt{1358}}{52}, |BC_2| = \frac{\sqrt{1358}}{20}$; რადგანაც

$|C_1C_2| = |C_1B| + |BC_2|$, ამიტომ B წერტილი მდებარეობს C_1C_2 მონაკვეთზე.

3. დასკვნა

სივრცეში დადგენილია ერთსა და იმავე სიბრტყეზე მოცემული ამოხსნილი მრავალკუთხედის და წერტილის ურთიერთმდებარეობის განმსაზღვრელი პირობები, რომლებიც შემოწმებულია პრაქტიკული ამოცანების ამოხსნით.

ლიტერატურა

1., 1980, 336 .
2., 1980. 174 .

**გამჭიმავი ცენტრიდანული ძალების გავლენა დისკის
კუთხურ სიჩქარესა და დატვირთვის ინტენსივობაზე**

დ. ჯანყარაშივილი, დ. ტაბატაძე, კ. იაშივილი, ლ. ქრისტესიაშივილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას № 77,0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: დრეკადი რგოლური, ხისტად ჩამავრებული დისკის ღუნვა ცენტრიდანულ ძალთა ველში დაიყვანება ორ ცვლადი კოეფიციენტების მქონე დიფერენცული განტოლების ამოხსნაზე. ამ ორი დიფერენციალური განტოლების ნაცვლად იხსნება მათი ექვივალენტური ვოლტერის ტიპის ინტეგრალური განტოლება, რიცხვითი მეთოდით, შემოთავაზებული მ.შ. მიქელაძის მიერ.

საკვანძო სიტყვები: დრეკადი რგოლური დისკი, ღუნვა, დიფერენცული განტოლება, ვოლტერის ტიპის ინტეგრალური განტოლება, რიცხვითი მეთოდი.

1. შუსავალი

ბრუნავი რგოლური დისკები ფართოდ გამოიყენება თანამედროვე ტექნიკაში, ავიაციის მშენებლობაში, გემთ მშენებლობაში და სხვა. მათი მუშაობის შესწავლა დრეკად და არადრეკად სტადიაში არის აქტუალური ამოცანა თანამედროვე სამშენებლო მექანიკის.

ძირითადი სირთულე ბრუნავი დისკების გაანგარიშების არის გადამწყვეტ განტოლებათა სისტემის ინტეგრირება. როგორც ცნობილია ასეთი ამონახსნები ზუსტი ფორმით მიღებულია მხოლოდ ზოგიერთი კერძო ამოცანებისთვის. პრაქტიკული ამოცანებისთვის საჭიროა მოახლოებით რიცხვითი მეთოდების გამოყენება. ზემოთ მოყვანილი ამოცანის ამოხსნისთვის გამოყენებულია ერთ-ერთი რიცხვითი მეთოდი შემოთავაზებული მ. შ. მიქელაძის მიერ.

დრეკადი რგოლური თავისუფლად დაყრდნობილი დისკის ღუნვა ცენტრიდანულ ძალთა ველში დაიყვანება ორ ცვლად კოეფიციენტების მქონე დიფერენცული განტოლების ამოხსნაზე. ამ ორი დიფ განტოლების ნაცვლად იხსნება მათი ექვივალენტური მეორე გვარის ვოლტერის ტიპის ინტეგრალური განტოლება სისტემა, რიცხვითი მეთოდით, შემოთავაზებული მ. შ. მიქელაძის მიერ.

რიცხვითი ექსპერიმენტის საფუძველზე დადგინდა, რომ ზღვრული დამოკიდებულება დისკის კუთხურ სიჩქარეს და დატვირთვის ინტენსიობას შორის დრეკად სტადიაში, გამჭიმავი ცენტრიდანული ძალების გათვალისწინებით და მის გარეშე არის 2,32%-ის ფარგლებში.

2. ძირითადი ნაწილი

დავამყაროთ კავშირი დისკის ზღვრულ კუთხურ სიჩქარესა და ღერძულ ძაბვებს შორის. ვთქვათ მუდმივი სისქის მქონე შიდა კონტურით თავისუფლად დაყრდნობილი დისკზე მოქმედებს ღერძული თანაბრად განაწილებული დატვირთვა ინტენსიობით - q .

დისკის ღუნვის დიფერენციალურ განტოლებას ცენტრიდანულ ძალების ველში აქვს შემდეგი სახე:

$$\varphi''(r) + \left[\frac{1}{r} + \frac{d \ln D_H(r)}{dr} \right] \varphi'(r) + \left[\frac{\gamma d \ln D_H(r)}{r dr} \right]$$

$$\frac{1}{r^2} - \frac{T_r(r)}{D_H(r)}] \varphi(r) = \frac{Q_r}{D_H(r)} \quad (1)$$

$$D_H(r) = \frac{E D h^3(r) \Delta L}{12(1-\nu^2)}, \quad b \leq r \leq a,$$

სადაც $T_r(r)$ - რადიალური ძალა, რომელიც არაა დამოკიდებული დისკის ღუნვაზე და გამოითვლება შემდეგი დიფერენციალური განტოლებიდან:

$$X_1(r)T_r'(r) + X_2(r)T_r(r) = f(r) \quad (2)$$

$$b \leq r \leq a$$

$$\text{აქ } X_1(r) = \frac{3}{r} - \frac{d \ln D_H(r)}{dr}, \quad X_2(r) = \frac{(1-\nu) d \ln D_H}{r dr}, \quad f(r) = -\frac{(3+\nu)\gamma\omega^2 h(r)}{g}, \quad D_H(r) = \frac{E h(r)}{1-\nu^2}.$$

სადაც $\varphi(r)$ - არის r - რდიუსის დისკის ცილინდრული კვეთის მობრუნების კუთხე; $D_H(r)$ - ცილინდრული სიხისტე გაჭიმვისას, ν - პუასონის კოეფიციენტი, E - დრეკადობის მოდული, γ - მასალის მოცულობითი წონა, ω - ბრუნვითი სიჩქარე, g - თავისუფლად ვარდნილი სხეულის აჩქარება, Q_r - გადამტრელი ძალა $Q_r = -\frac{1}{r} \int q r dr + \frac{c}{r}$

C - ინტეგრების მუდმივა, რომელიც განისაზღვრება სასაზღვრო პირობებიდან, a და b - დისკის შიდა და გარე კონტურების რადიუსებია.

ამრიგად დისკის ღუნვის ამოცანა დაიყვანება (1) და (2) დიფერენციალური განტოლების ამოხსნაზე. მომავალში გაანგარიშებისთვის ვისარგებლოთ უკანაზომილებო კოორდინატებით $\rho = \frac{r}{a}$, სადაც $\beta \leq \rho \leq 1$. ახალი ცვლადის შეტანით შემდეგი ფორმულით:

$$N(\rho) = T_r(\rho) \exp 0.5 \int_{\beta}^{\rho} X_1(\rho) d\rho = \sqrt{\frac{\rho^3 h(\beta)}{\beta^3 h(\rho)}} T_r(\rho) \quad (3)$$

განტოლება (2) დაიყვანება შემდეგ სახეზე:

$$N''(\rho) - I_1(\rho)N(\rho) = F_1(\rho) \quad (4)$$

$$\text{სადაც } I_1(\rho) = \frac{0.75}{\rho^2} \frac{(0.5+\nu)h'(\rho)}{\rho h(\rho)} + 0.75 \left[\frac{h'(\rho)}{h(\rho)} \right]^2 - 0.5 \frac{h''(\rho)}{h(\rho)}$$

$$F_1(\rho) = -\frac{(3+\nu)\gamma\omega^2 a^2}{g} \sqrt{\frac{h(\beta)h(\rho)\rho^3}{\beta^3}} \quad (5)$$

ტილორის ფორმულის გამოყენებით:

$$N(\rho) = N(\beta) + (\zeta - \beta)N'(\beta) + \int_{\beta}^{\rho} (\rho - x) N''(x) dx \quad (6)$$

(6)-ის (4)-ში ჩასმით, მივიღებთ:

$$N''(\rho) = F_1(\rho) + I_1(\rho)[N(\beta) + (\zeta - \beta)N'(\beta) + \int_{\beta}^{\rho} (\rho - x) N''(x) dx] \quad (7)$$

ეს უკანასკნელი არის ვოლტერას ტიპის მეორე რიგის ინტეგრალური განტოლება, რომელიც წარმოვადგინოთ შემდეგი ჯამის სახით:

$$N''(\rho) = \zeta_1(\rho) + \eta_1(\rho)N(\beta) + \xi_1(\rho)N'(\beta) \quad (8)$$

$\zeta_1(\rho)$, $\eta_1(\rho)$ და $\xi_1(\rho)$ განისაზღვრება შემდეგი ინტეგრალური ტოლობით:

$$\zeta_1(\rho) = F_1(\rho) + I_1(\rho) \int_{\beta}^{\rho} (\rho - x) \zeta_1(x) dx,$$

$$\eta_1(\rho) = I_1(\rho) [1 + \int_{\beta}^{\rho} (\rho - x) \eta_1(x) dx], \quad (9)$$

$$\xi_1(\rho) = I_1(\rho) [(\rho - \beta) + \int_{\beta}^{\rho} (\rho - x) \xi_1(x) dx]$$

(1) ინტეგრალური განტოლება, დაიყვანება შემდეგ სახეზე:

$$\vartheta''(\rho) - I_2(\rho)\vartheta(\rho) = F_2(\rho) \quad (10)$$

$$\beta \leq \rho \leq 1,$$

$$\begin{aligned} \text{სადაც } I_2(\rho) &= \frac{0.75}{\rho^2} + \frac{1.5(1-2\nu)h'(\rho)}{\rho h(\rho)} + 0.75 \left[\frac{h'(\rho)}{h(\rho)} \right]^2 + 1.5 \frac{h''(\rho)}{h(\rho)} + \frac{12(1-\nu^2)\rho^2}{E h^3(\rho)} T_r(\rho), \\ F_1(\rho) &= \frac{12(1-\nu^2)a^2}{E} \sqrt{\frac{\rho}{h(\beta)h(\rho)}} Q_r \end{aligned} \quad (11)$$

შემოვიღოთ ახალი ცვლადი:

$$Q(\rho) = \varphi_r(\rho) \exp 0.5 \int_{\beta}^{\rho} \left[\frac{1}{\rho} + \frac{d \ln D_H(\rho)}{d\rho} \right] d\rho = \sqrt{\frac{\rho h^3(\rho)}{\beta h^3(\beta)}} \varphi(\rho) \quad (12)$$

ტილორის ფორმულის თანახმად

$$\vartheta(\rho) = \vartheta(\beta) + (\rho - \beta)\vartheta'(\beta) + \int_{\beta}^{\rho} (\rho - x)\vartheta''(x)dx \quad (13)$$

(12)-ი ჩავსვავთ (1)-ში მივიღებთ ვოლტერის ტიპის მეორე რიგის ინტეგრალურ განტოლებას:

$$\vartheta''(\rho) = F_2(\rho) + I_2(\rho) \left[\vartheta(\beta) + (\rho - \beta)\vartheta'(\beta) + \int_{\beta}^{\rho} (\rho - x)\vartheta''(x)dx \right] \quad (14)$$

მისი ამონახსნი ვეძებთ შემდეგი ფორმით:

$$\vartheta''(\rho) = \zeta_2(\rho) + \eta_2(\rho)\vartheta(\beta) + \xi_2(\rho)\vartheta'(\beta) \quad (15)$$

სადაც $\zeta_2(\rho) = F_2(\rho) + \int_{\beta}^{\rho} (\rho - x)\zeta_2(x)dx$,

$$\eta_2(\rho) = I_2(\rho) \left[1 + \int_{\beta}^{\rho} (\rho - x)\eta_2(x)dx \right], \quad (16)$$

$$\xi_2(\rho) = I_2(\rho) \left[(\rho - \beta) + \int_{\beta}^{\rho} (\rho - x)\xi_2(x)dx \right]$$

ამრიგად (7) და (14) ცვლიან (13) და (1) განტოლებებს.

ამ განტოლებების ამოხსნა უმჯობესია რიცხვითი მეთოდით შემოთავაზებული მ.შ. მიქელადის მიერ რეკურენტული ფორმით.

განტოლებები (8) და (15) შევცვალოთ სასრული ჯამით:

$$\zeta_j(\rho_k) = F_j(\rho_k) + \Delta^2 I_j(\rho_k) \left[\frac{k}{2} \zeta_j(\rho_0) + (k-1)\zeta_j(\rho_1) + (k-2)\zeta_j(\rho_2) + \dots + \zeta_j(\rho_{k-1}) \right],$$

$$\eta_j(\rho_k) = I_j(\rho_k) \left\{ 1 + \Delta^2 \left[\frac{k}{2} \eta_j(\rho_0) + (k-1)\eta_j(\rho_1) + (k-2)\eta_j(\rho_2) + \dots + \eta_j(\rho_{k-1}) \right] \right\},$$

$$\xi_j(\rho_k) = I_j(\rho_k) \left\{ k\Delta + \Delta^2 \left[\frac{k}{2} \xi_j(\rho_0) + (k-1)\xi_j(\rho_1) + (k-2)\xi_j(\rho_2) + \dots + \xi_j(\rho_{k-1}) \right] \right\}.$$

(17) დამოკიდებულებები მიიღება ინტეგრების ტრაპეციის ფორმულის გამოყენებით, Δ და k არის შესაბამისი ბიჯი და დაყოფის ნომერი. $N(\rho)$ და $\vartheta(\rho)$ გამოითვლება ფორმულებით:

$$N(\rho_k) = \frac{1}{I_j(\rho_k)} [\xi_1(\rho_k) + \eta_1(\rho_k)N(\beta) + \xi_1(\rho_k)N(\beta)' - F_1(\rho_k)], \quad (18)$$

$$\vartheta(\rho_k) = \frac{1}{I_2(\rho_k)} [\xi_2(\rho_k) + \eta_2(\rho_k)\vartheta(\beta) + \xi_2(\rho_k)\vartheta'(\beta) - F_2(\rho_k)], \quad (19)$$

მათ წარმოებულებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$N'(\rho_k) = N'(\beta) + \int_{\beta}^{\rho} N''(x)dx,$$

$$\vartheta'(\rho_k) = \vartheta'(\beta) + \int_{\beta}^{\rho} \vartheta''(x)dx,$$

ინტეგრალს, თუ შევცვლით სასრული ჯამით ტრაპეციის ფორმულის გამოყენებით, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} N'(\rho_k) &= \left[\frac{1}{2} \zeta_1(\rho_0) + \zeta_1(\rho_1) + \dots + \zeta_1(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2} \zeta_1(\rho_k) \right] + \Delta \left[\frac{1}{2} \eta_1(\rho_0) + \eta_1(\rho_1) + \dots + \eta_1(\rho_{k-1}) + \right. \\ &\left. \frac{1}{2} \eta_1(\rho_k) \right] N(\rho) + \left\{ 1 + \Delta \left[\frac{1}{2} \xi_1(\rho_0) + \xi_1(\rho_1) + \dots + \xi_1(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2} \xi_1(\rho_k) \right] \right\} N'(\rho), \end{aligned} \quad (20)$$

-

«

»

$$\vartheta'(\rho_k) = [\frac{1}{2}\zeta_2(\rho_0) + \zeta_2(\rho_1) + \dots + \zeta_2(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2}\zeta_2(\rho_k)] + \Delta[\frac{1}{2}\eta_2(\rho_0) + \eta_2(\rho_1) + \dots + \eta_2(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2}\eta_2(\rho_k)]\vartheta(\rho) + \{1 + \Delta[\frac{1}{2}\xi_2(\rho_0) + \xi_2(\rho_1) + \dots + \xi_2(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2}\xi_2(\rho_k)]\}\vartheta'(\beta) \quad (21)$$

(7) და (13) ინტეგრალური განტოლებების ამოხსნა შეიცავს უცნობ პარამეტრს $N(\rho)$ და (β) -ს და მათ წარმოებულებს $\rho=\beta$ ($r=b$) წერტილში. მათ საპოვნელად გამოიყენება სასაზღვრო პირობები.

ამრიგად ზემოთ აღწერილი მეთოდი გვაძლევს საშუალებას ვიპოვოთ საერთო ამონახსნი.

დავამყროთ დამოკიდებულება დისკზე მდებარე დატვირთვის ინტენსიობას და დისკის კუთხურ სიხარეს შორის. დისკის ღერძი მიმართულია (z) ღერძის გასწვრივ ვერტიკალურად ზემოთ, ხოლო განაწილებული დატვირთვა მოდებულია დისკის ზედა ნაწილში $z=h/2$

სასაზღვრო პირობებს, როცა დისკი ხისტად არის ჩამაგრებული შიდა კონტურით აქვს შემდეგი სახე:

$$U(\rho) = 0, \text{ როცა } \rho = \beta,$$

$$T_r(1) = 0, \text{ როცა } \rho = 1 .$$

სადაც $U(\rho)$ რადიალური გადაადგილებაა.

ძალები რადიალური და რგოლის მიმართულებით გამოითვლება ფორმულით:

$$T_r(\rho) = \frac{D_p(\rho)}{a}[u'(\rho) + \frac{v}{\rho}u(\rho)],$$

$$T_\theta(\rho) = \frac{D_p(\rho)}{a}[vu'(\rho) + \frac{1}{\rho}u(\rho)], \quad (22)$$

წონასწორობის განტოლება:

$$\rho T_r'(\rho) + T_r(\rho) - T_\theta(\rho) + \frac{\gamma a^2 \omega^2 h(\rho)}{g} \rho^2 = 0$$

სასაზღვრო პირობები ახალი ცვლადისთვის იქნება

$$N(\beta) = 0, \text{ როცა } \rho = \beta,$$

$$N(1) = 0, \text{ როცა } \rho = 1. \quad (23)$$

რადიალური ძალები არ არის დამოკიდებული ღუნვით დეფორმაციაზე. ისინი გამოითვლება ბრუნვითი დისკის ამოცანიდან ფორმულით:

$$T_r(\rho) = \sqrt{\frac{\beta^3 D_p(\rho)}{\rho^3 D_p(\beta)}} N(\beta),$$

$$T_\theta(\rho) = \sqrt{\frac{\beta^3 D_p(\rho)}{\rho^3 D_p(\beta)}} \left\{ \rho N'(\rho) + 0.5 \left[\frac{\rho D_p'(\rho)}{D_p(\beta)} - 1 \right] N(\rho) \right\} + \frac{\gamma a^2 \omega^2 \beta^2}{g} \quad (24)$$

(7) ინტეგრალური განტოლების ამოხსნის $N(\rho), N'(\rho)$ და $N''(\rho)$ მნიშვნელობები სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით გამოითვლება პარამეტრის სიზუსტით. ეს უკანასკნელი შევა (23) ფორმულაში.

ზღვრული კუთხური სიხარე, რომელსაც შეესაბამება პირველი პლასტიკური დეფორმაცია შიდა წრიულ კონტურზე = , გამოითვლება დენადობის პირობიდან:

$$\sigma_r^2 - \sigma_r \sigma_\theta + \sigma_\theta^2 = \sigma_t \quad (25)$$

სადაც σ_r და σ_θ - რადიალური და რგოლური ნორმალური ძალებია, ხოლო σ_t - მასალის დენადობის ზღვარის სიდიდე გაჭიმვის დროს. σ_r და σ_θ დისკის შიდა კონტურზე გამოითვლება ფორმულით:

$$\sigma_r(\beta) = \frac{N(\beta)}{h(\beta)},$$

$$\sigma_{\theta}(\beta) = \beta \frac{N'(\beta)}{h(\beta)} + 0.5 \left[\frac{\beta D_p'(\beta)}{D_p(\beta)} - 1 \right] \frac{N(\beta)}{h(\beta)} + \frac{\gamma a^2 \omega^2 \beta^2}{g} \quad (26)$$

განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც დისკი შიდა კონსტრუქციით ხისტად არის ჩამაგრებული, დატვირთვის ინტენსიობით q , დისკის კუთხური სინქარე მოცემულია $0 \leq \omega \leq \omega_{\text{ხვ}}$ საზღვრებში, (14) განტოლების ამოხსნისათვის სასაზღვრო პირობას აქვს სახე:

$$\begin{aligned} \varphi(\beta) &= 0, \text{ როცა } \rho = \beta, \\ M_r(1) &= 0, \text{ როცა } \rho = 1. \end{aligned}$$

გამოვიყენოთ მდუნავი მომენტის გამოსათვლელი ფორმულები M_r და M_{θ}

$$\begin{aligned} M_r(\rho) &= \frac{D_p(\rho)}{a} \left[\varphi'(\rho) + \frac{\nu}{\rho} \varphi(\rho) \right], \\ M_{\theta}(\rho) &= \frac{D_p(\rho)}{a} \left[\nu \varphi'(\rho) + \frac{1}{\rho} \varphi(\rho) \right], \end{aligned}$$

აგრეთვე
$$\varphi_r(\rho) = \sqrt{\frac{\beta D_p(\beta)}{\rho D_p(\rho)}} \vartheta(\rho),$$

$$\varphi'(\rho) = \sqrt{\frac{\beta D_p(\beta)}{\rho D_p(\rho)}} \left\{ \vartheta'(\rho) - 0.5 \vartheta(\rho) \left[\frac{D_p'(\beta)}{D_p(\rho)} + \frac{1}{\rho} \right] \right\}$$

სასაზღვრო პირობები:

$$\begin{aligned} \vartheta(\beta) &= 0, \text{ როცა } \rho = \beta \\ \vartheta'(\beta) &= \vartheta(1) \left[\frac{0.5 D_p'(1)}{D_p(1)} + \frac{1}{2} - \nu \right], \text{ როცა } \rho = 1 \end{aligned} \quad (27)$$

ახალი ცვლადების მიმართ მომენტები გამოითვლება ფორმულებით:

$$\begin{aligned} M_r(\rho) &= \sqrt{\frac{\beta D_p(\beta) D_p(\rho)}{a^2 \rho}} \left\{ \vartheta'(\beta) - \vartheta(\beta) \left[\frac{0.5 D_p'(\rho)}{D_p(\rho)} + \frac{0.5 - \nu}{\rho} \right] \right\}, \\ M_{\theta}(\rho) &= \sqrt{\frac{\beta D_p(\beta) D_p(\rho)}{a^2 \rho}} \left\{ \nu \vartheta'(\beta) - \vartheta(\beta) \left[\frac{0.5 \nu D_p'(\rho)}{D_p(\rho)} - \frac{1 - 0.5 \nu}{\rho} \right] \right\}. \end{aligned}$$

განაწილებული დატვირთვის ინტენსიობა q მაქსიმალურ მნიშვნელობას ღებულობს, როცა დისკი გაჩერებულია. მის მნიშვნელობას გამოვთვლით პლასტიკურობის საწყისი პირობიდან $\rho = \beta$, $\sigma_r(\beta)$ და $\sigma_{\theta}(\beta)$ გამოითვლება ფორმულებით:

$$\begin{aligned} \sigma_r(\beta) &= \frac{6 D_p(\beta)}{a h^2(\beta)} \left\{ \vartheta'(\beta) - \vartheta(\beta) \left[\frac{0.5 D_p'(\rho)}{D_p(\rho)} + \frac{0.5 - \nu}{\rho} \right] \right\}, \\ \sigma_{\theta}(\beta) &= \frac{6 D_p(\beta)}{a h^2(\beta)} \left\{ \nu \vartheta'(\beta) - \vartheta(\beta) \left[\frac{0.5 D_p'(\beta)}{D_p(\beta)} + \frac{1 - 0.5 \nu}{\beta} \right] \right\}. \end{aligned} \quad (28)$$

განვიხილოთ რიცხვითი მაგალითი: დისკი $h(\rho) = h_0 = \text{const}$; $\beta = \frac{b}{a} = 0.2$, $\frac{h_0}{a} = 0.1$, $h_0 = 5 \text{ სმ}$, $\gamma = 0.00785 \text{ კგ/სმ}^3$, $\nu = 0.3$, $\alpha = -0.6$, $E = 2.1 \cdot 10^{-6} \text{ კგ/სმ}^2$, $\sigma_s = 2500 \text{ კგ/სმ}^2$, $q = \text{const}$.

რადიალური და რგოლური ძალები გამოითვლება ფორმულით:

$$\begin{aligned} T_r(\rho) &= -\frac{\gamma a^2 \omega^2 h_0}{8g} \left[(3 + \nu) \rho^2 - (1 + \nu) \frac{\beta^4 + \frac{3 + \nu}{1 - \nu}}{\beta^2 + \frac{1 + \nu}{1 - \nu}} - \frac{3 + \nu - (1 + \nu) \beta^2}{\beta^2 + \frac{1 + \nu}{1 - \nu}} \left(\frac{\beta}{\rho} \right)^2 \right], \\ T_{\theta}(\rho) &= -\frac{\gamma a^2 \omega^2 h_0}{8g} \left[(1 + 3\nu) \rho^2 - (1 + \nu) \frac{\beta^4 + \frac{3 + \nu}{1 - \nu}}{\beta^2 + \frac{1 + \nu}{1 - \nu}} - \frac{3 + \nu - (1 - \nu) \beta^2}{\beta^2 + \frac{1 + \nu}{1 - \nu}} \left(\frac{\beta}{\rho} \right)^2 \right]. \end{aligned}$$

მოცემული სიდიდეების ჩასმის შემდგომ:

$$T_r(\rho) = 125.03185 \cdot 10^{-4} \left[3.231518 + 1.712048 \left(\frac{0.2}{\rho} \right)^2 - 3.3 \rho^2 \right] \omega^2,$$

$$T_{\theta}(\rho) = 125.03185 \cdot 10^{-4} \left[3.231518 - 1.712048 \left(\frac{0.2}{\rho} \right)^2 - 1.9\rho^2 \right] \omega^2.$$

დისკის შიდა კონტურზე დაბევი ტოლია:

$$\sigma_r(0.2) = \frac{T_r(0.2)}{h_0} = 120.31980 \cdot 10^{-4} \omega^2$$

$$\sigma_{\theta}(0.2) = \frac{T_{\theta}(0.2)}{h_0} = 36.09554 \cdot 10^{-4} \cdot \omega^2 \quad (29)$$

რადიგან $\sigma_{\theta}(0.2) = \nu \sigma_r(0.2)$,

დენადობის პირობა ამ შემთხვევაში მიიღებს სახეს:

$$\sigma_r(0.2) \sqrt{1 - \nu} + \nu^2 = \sigma_t \quad (30)$$

ზღვრული კუთხური სიხარე, რომელიც შეესაბამება პირველ პლასტიკურ დეფორმაციებს შიდა კონტურზე ($\rho=0.2$) გამოითვლება დენადობის პირობიდან (30)-ის (29)-ში ჩასმით:

$$\sqrt{0.79} \cdot 120.31980 \cdot 10^{-4} \omega^2 = 2500$$

აქედან $\omega_{\text{ზღ}} = \sqrt{\frac{2500}{120.31980 \cdot 10^{-4} \sqrt{0.79}}} = 483.50 \text{ 1/წმ.}$

დისკის ღუნვა ცენტრიდანულ ძაღვების ველში.

რადგან ცენტრიდანული ძაღვები ასრულებენ განტვირთვით ზემოქმედებას მღუნავ მომენტზე, ამიტომ მაქსიმალური მნიშვნელობა დატვირთვის ინტენსიობის იქნება დისკის უძრავის შემთხვევაში. მღუნავი მომენტი რადიალურ და რგოლის მიმართულებით ტოლია:

$$M_r(\rho) = \frac{qa^2}{16} \left[(3 + \nu)\rho^2 + \frac{(1+\nu)(1-\beta^4 - 4\beta^2 \ln \frac{\beta}{\rho} - \frac{1+\nu}{1-\nu} 4 \ln \rho)}{\beta^2 + \frac{1+\nu}{1-\nu}} - \frac{4(1+\nu) \ln \beta - (1+\nu)\beta^2 - (1-\nu)}{\beta^2 + \frac{1+\nu}{1-\nu}} \left(\frac{\beta}{\rho} \right)^2 - 4 \right],$$

$$M_{\theta}(\rho) = \frac{qa^2}{16} \left[(1 + 3\nu)\rho^2 + \frac{(1+\nu)(1-\beta^4 - 4\beta^2 \ln \frac{\beta}{\rho} - \frac{1+\nu}{1-\nu} 4 \ln \rho)}{\beta^2 + \frac{1+\nu}{1-\nu}} + \frac{4(1+\nu) \ln \beta - (1+\nu)\beta^2 - (1-\nu)}{\beta^2 + \frac{1+\nu}{1-\nu}} \left(\frac{\beta}{\rho} \right)^2 - 4\nu \right].$$

დისკის შიდა კონტურზე (როცა $\rho=0.2$, $z=0.5h_0$) დაბევი დებულობენ შემდეგ მნიშვნელობებს:

$$\sigma_r(0.2) = \frac{6M_r(0.2)}{h_0^2} = 368.12432q,$$

$$\sigma_{\theta}(0.2) = \frac{6M_{\theta}(0.2)}{h_0^2} = \nu \sigma_r(0.2). \quad (31)$$

რადგან $\sigma_{\theta}(0.2) = \nu \sigma_r(0.2)$, დენადობის პირობა ტოლი იქნება (30)-ის. ფუნქციები $I_2(\rho)$ და $F_2(\rho)$ დებულობენ შემდეგ სახეს:

$$I_2(\rho) = \frac{0.75}{\rho^2},$$

$$F_2(\rho) = -\frac{1-\rho^2}{\sqrt{\rho}} P, \quad P = 1.118034 \frac{qa^3}{D_p}$$

სასაზღვრო პირობებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$\vartheta(0.2) = 0, \text{ როცა } \rho = \beta = 0.2,$$

$$\vartheta(1.0) = 0, \text{ როცა } \rho = 1.0 \quad (32)$$

დაბევი შიდა კონტურზე ტოლია:

$$\sigma_r(0.2) = \frac{6D_p}{ah_0^2} \vartheta'(0.2), \quad \sigma_{\theta}(0.2) = \frac{6D_p}{ah_0^2} \nu \vartheta'(0.2) \quad (33)$$

(32) პირობების თანახმად:

$$-0.912942\rho + 1.672947\vartheta'(0.2) = 0.2[-0.456922\rho + 1.056490\vartheta'(0.2)]$$

აქედან $\vartheta'(0.2) = 0.562076\rho = 0.628420 \frac{qa^3}{D_p}$

-

«

»

ძაბვა შიდა კონტურზე, roca $\rho = 0.2, z = \frac{h_0}{2}$ ტოლია:

$$\sigma_r(0.2) = \frac{6D_p}{ah_0^2} 0.628420 \frac{qa^3}{D_p} = 377.052q,$$

$$\sigma_\theta(0.2) = \frac{6D_p}{ah_0^2} 0.3 \cdot 0.628420 \frac{qa^3}{D_p} = 113.116q \quad (34)$$

თუ შევადარებთ (34) და (33) გამოსახულებებს ძაბვებს შორის სხვაობა არის 2.42%.

დატვირთვის ინტენსიობის ზღვრული მნიშვნელობა, რომელსაც შეესაბამება პლასტიკური დეფორმაცია დისკის შიდა კონტურზე (როცა $\rho=2, z=0.5h_0$), განისაზღვრება დენადობის პირობიდან: $377.052\sqrt{0.79}q = 2500$

საიდანაც $q_{ზღ} = 7.460$ კვ/სმ².

ზემოთ მოყვანილი მეთოდით გამოთვლილია დამოკიდებულება კუთხურ სიჩქარესა და ზღვრულ დატვირთვის ინტენსიობას შორის.

3. დასკვნა

1. დისკის ღუნვის ამოცანა ცენტრიდანულ ძალთა ველში დაიყვანება ორი ცვლად კოეფიციენტებიან დიფერენციალური განტოლების ამოხსნაზე. ამ ორი დიფერენციალური განტოლების ნაცვლად იხსნება მათი ექვივალენტური ვოლტერის ტიპის ინტეგრალური განტოლება რიცხვითი მეთოდით, შემოთავაზებული მ.შ. მიქელაძის მიერ.
2. რიცხვითი ექსპერიმენტის საფუძველზე დადგინდა, რომ ზღვრული დამოკიდებულება დისკის კუთხურ სიჩქარეს და დატვირთვის ინტენსიობას შორის დრეკად სტადიაში, გამჭიმავი ცენტრიდანული ძლების გათვალისწინებით და მის გარეშე არის 2,32%-ის ფარგლებში.

ლიტერატურა

1. Микеладзе М.Ш. Численное решение систем дифференциальных уравнений. Приложение метода к расчету вращающей оболочкию Прикладная математика и механика. т.XVII, В., 3, 1953 г. 295.გვ

ბეტონის შემკვრივების ცენტრიფუგის მეთოდი

დ. ბაქრაძე, თ. ამყოლაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას № 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ბეტონის დაყალიბების და ცენტრიფუგირების მეთოდი გამოიყენება რაციონალური და ეფექტური მილისებრი ფორმის ხიმიწების, ელექტროგადამცემი და განათების ბოძების და სხვა კონსტრუქციების დამზადების დროს. მიღებისა და მიღოვანი კონსტრუქციების ცენტრიდანულ დაყალიბებას ახორციელებენ დაზგა-ცენტრიფუგაში, რომელშიც ცილინდრული ყალიბი ბეტონის ნარევთან ერთად ბრუნავს საჭირო სიჩქარით.

ახლადჩაწობილი ბეტონის ხარისხის ძირითად მაჩვენებლად ითვლება შემკვრივების ხარისხი რომელიც რიცხობრივად ტოლია შემკვრივებული ბეტონის ნარევის, ბეტონის “თეორიული” სიმკვრივესთან.

საკვანძო სიტყვები: ცენტრიფუგა, შემკვრივება, განშრევება, ერთგვაროვნება, ცენტრიდანული, ბრუნვის რიცხვი, კუთხური სიჩქარე.

1. შესავალი

ბეტონის სიმტკიცე დიდადაა დამოკიდებული შემკვრივების ხარისხზე. საჭიროა ბეტონის ნარევის ისეთი კონსისტენცია, რომ შეიძლებოდეს მისი ადვილად და განშრევების გარეშე გადატანა, ჩაწობა და შემკვრივება.

შემკვრივების აუცილებლობა ნათელი ხდება თუ შევისწავლით დამოკიდებულებას შემკვრივების ხარისხსა და ბეტონის სიმტკიცეს შორის. ფორების არსებობა მკვეთრად ამცირებს ბეტონის სიმტკიცეს: 5% ფორს შეუძლია სიმტკიცე შეამციროს 30%-ით, 2% კი 10%-ზე მეტად. თითოეული ნაკეთობის შემკვრივების დრო დამოკიდებულია მის მოცულობაზე, ბეტონის ნარევის მახასიათებლებზე და შემკვრივების სახეობაზე. როგორც წესი, შემკვრივების დრო საწარმოო პირობებში დგინდება ექსპერიმენტულად.

2. ძირითადი ნაწილი

მილისებრი ნაკეთობის ცენტრიდანული დაყალიბების დროს ბეტონის ნარევის განაწილება და შემკვრივება წარმოებს ცენტრიდანული ძალების N ზემოქმედებით, ყალიბში ჩქარი ბრუნვით, რომელთა სიდიდე მისი კომპონენტების m მასის პროპორციულია:

$$N = r \dot{\varphi}^2 m$$

სადაც r – ბრუნვის რადიუსია; $\dot{\varphi}$ – კუთხური სიჩქარე; m – კომპონენტების მასაა.

ამასთან ერთად ნარევის თითოეული კომპონენტი სიმძიმის mg ძალის ზემოქმედებაშია. ამ ძალების ტოლქმედი – P ბრუნვის ნებისმიერ წერტილში შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$P = m\sqrt{(r\omega^2)^2 + g^2 - 2r\omega^2 g \cos\alpha}$$

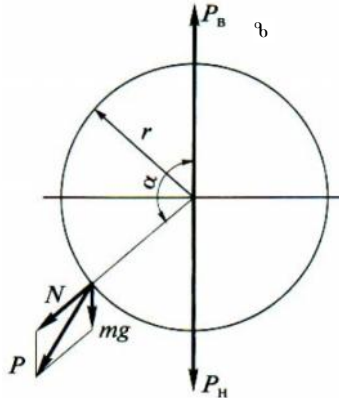
-

«

»

ყალიბის ყველაზე ქვედა წერტილში, როდესაც $\cos\alpha = -1$, ტოლქმედი P_f ტოლია:

$$P_f = m(r\dot{S}^2 + g) \text{ და აღწევს მაქსიმუმს.}$$



ნახ. 1. ნარევის კომპონენტებზე მომქმედებელი ძალების სქემა დაყალიბების დროს

ყალიბის ყველაზე ზედა წერტილში, როდესაც ($\cos\alpha = 1$) ტოლქმედი P_g ტოლია:

$$P_g = m(r\dot{S}^2 - g)$$

ამგვარად, იმისათვის, რომ შემკვრივება ცენტრიფუგირებისას ეფექტური იყოს, საჭიროა, რომ ცენტრიდანული ძალები სიმძიმის ძალებზე ნაკლები არ უნდა იყოს

$$r\dot{S}^2 > g$$

ბეტონის ნარევის საიმედო შემკვრივებისათვის აუცილებელია, რომ

$$r\dot{S}^2 = 4g$$

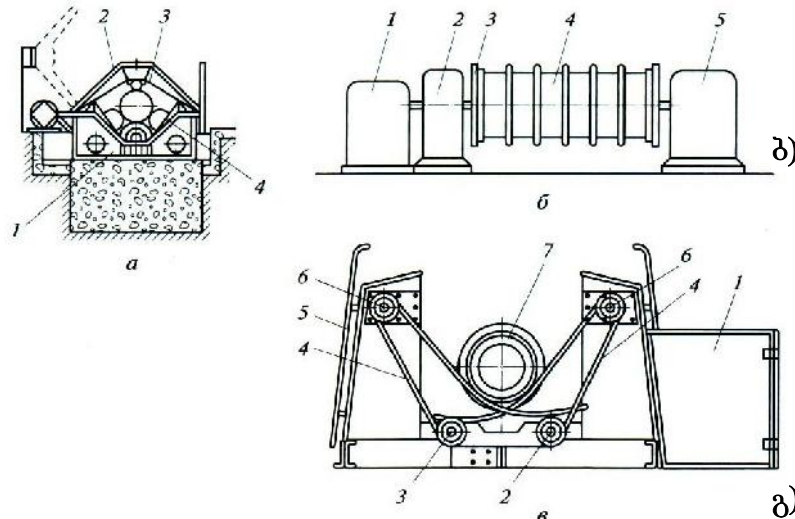
პრაქტიკაში საშუალო დიამეტრის მილისებრი კონსტრუქციისათვის ყალიბის ბრუნვის საწყისი რიცხვი მიიღება 60...150ბრ/წთ; ამასთან, რაც მეტია დიამეტრი მით ნაკლებია ბრუნვათა რიცხვი. შემკვრივების სტადიაში ყალიბის ბრუნვათა რიცხვს ზრდიან 400...900ბრ/წთ-მდე და მეტად. ამ დროს ცენტრიფუგაში დაწნევა ბეტონის ნარევეზე თანდათან იზრდება 0,0175-დან 0,065მგპა-მდე; გიროსკოპულ ცენტრიფუგაში იგი აღწევს 0,145მგპა.

ბეტონის ნარევის ცენტრიდანული შემკვრივების დროს არსებობს მისი განშრევების ტენდენცია. ეს აიხსნება იმით, რომ შემკვრივების მარცვლების მასა მეტია წყლის, ცემენტის მარცვლების და მინერალური დანამატების მასაზე. აქედან გამომდინარე შედარებით მსხვილ ნაწილაკებზე მომქმედებელი ცენტრიდანული ძალების მნიშვნელობა მეტია მცირე ნაწილაკებზე მომქმედებელი ძალებთან შედარებით. შედეგად, მსხვილი შემავსებელი ეკერის ყალიბის კედელს, ხოლო წყალი მყარი ფაზის დისპერსული ნაწილაკებით იწურება და გროვდება შლამის სახით ფორმირებული ნაკეთობის შიგა ზედაპირზე. გამოწურული წყლის რაოდენობამ, ცენტრიფუგირების რეჟიმის, ნარევის შემადგენლობისა და მახასიათებლების მიხედვით შეიძლება მიაღწიოს 25...30%-ს, აღუღაბების წყლის რაოდენობასთან შედარებით. ეს კი რასაკვირველია ზრდის ბეტონის სიმკვრივეს ნაკეთობის გარე შრეებში.

მთლიანობაში ბეტონის სტრუქტურა ელემენტის კვეთში არათანაბარია – ძალიან მკვრივ გარე შრეებთან ერთად გვაქვს შინაგანი შრეების ფოროვანი სტრუქტურა. ამის თავიდან აცილებისა და ნარევის განშრევების შემცირებისათვის ზღუდავენ შემკვრივების უდიდეს სიმსხოს (15...20მმ), ირჩევენ საკმაოდ ბლანტ და პლასტიკურ ნარევეებს, ხოლო თუ მილისებრ ნაკეთობაში აუცილებელია განსაკუთრებით მკვრივი და წყალგაუმტარი ბეტონის მიღება, მაშინ ნაკეთობის დაყალიბება ხდება ეტაპობრივად რამოდენიმე

შრედ (ორიდან ოთხამდე), შიგა ზედაპირიდან შლამის მოშორებით, დაყალიბების თითოეული ეტაპის შემდეგ.

მიღებისა და მიღოვანი კონსტრუქციების ცენტრიდანულ დაყალიბებას ახორციელებენ დაზგა-ცენტრიფუგაში, რომელშიც ცილინდრული ყალიბი ბეტონის ნარევთან ერთად ბრუნავს საჭირო სიჩქარით, ყალიბის დამაგრების ხერხისა და მისი ბრუნვაში მოყვანის მიხედვით ანსხვავებენ ცენტრიფუგების სამ ტიპს (ნახ.2)



ნახ. 2. ცენტრიფუგების სქემა: ერთრიგა გორგოლაჭოვანი ცენტრიფუგა: 1-ამძრავი გორგოლაჭი; 2-დამცავი ჩანგალი; 3-ყალიბი; 4-დამჭერი გორგოლაჭები;
 ა) ღერძული ცენტრიფუგა: 1-ძრავი; 2-ვეგი რედუქტორით; 3-ყალიბის დამჭერი ტორსული პლანშაიბები; 4-ყალიბი; 5-ვეგი გაქანების ძრავით;
 გ) ღვედური გიროსკოპიული ცენტრიფუგა: 1-ამძრავის გადაღობვა; 2-წამყვანი ლილვი; 3-მიმყოფი ლილვი; 4-ღვედები; 5-დამცავი გარსაცმი; 6-დამჭერი გორგოლაჭები; 7-ყალიბი

ცენტრიფუგის ტიპების მოკლე დახასიათება ასეთია:

- ა) ღერძული, რომელშიც ყალიბი მტკიცედ მაგრდება ტორსების მხრიდან პლანშაიბებით ორ ვეგს შორის, რომლებიც ცენტრალურად არიან დასმული მბრუნავ შპინდელზე;
- ბ) თავისუფალ-ლილვებიანი, რომელშიც ყალიბი თავისუფლად თავსდება თავისი არტახებით საგორავებით და ბრუნვით მოძრაობაში მოდის ამძრავი საგორავებით ხახუნის ძალის გავლენით;
- გ) ღვედებიანი გიროსკოპიული ტიპი, რომელშიც ყალიბი თავისუფლად კიდია ღვედებზე და ბრუნვით მოძრაობაში მოდის ქსოვილჯალამბარა ღვედებისა და ყალიბის რეზორდებს შორის აღძრული ხახუნის ძალის გავლენით.

ღერძული და ლილვაკებიანი ცენტრიფუგები შეიძლება იყოს ერთ ან მრავალბუდიანი, რაც საშუალებას იძლევა ერთდროულად დაყალიბებული იქნას რამოდენიმე ნაკეთობა.

ცენტრიდანული დაყალიბებისათვის იყენებენ დაუშლელ და დაშლად ყალიბებს. დაშლადი ყალიბი შედგება ორი ნახევარყალიბისაგან, რომლებიც აწყოების დროს მაგრდება ერთმანეთთან ხრახნებით.

ცენტრიფუგაზე ნაკეთობის დაყალიბების პროცესი სხვადასხვა ოპერაციებისაგან შედგება. სამუშაო პოსტებზე ახორციელებენ ყალიბების მომზადების, აწყოების, არმატურის კარკასის დაყენებისა და გამაგრების სამუშაოებს, ხოლო სადაწნეო მილსადენებისა და დაძაბული არმატურით სხვა ნაკეთობების დამზადების დროს

სსენებული არმატურის დაჭიმვის სამუშაოებს აწარმოებენ საბჭუნებზე ყალიბების ტორსულ რგოლებზე დამაგრებით. ამის შემდეგ ბეტონის ნარევეს აწყობენ ყალიბში დარისებრი, შნეკის ტიპისა და სხვა სახის მკვებავებით, რომლებიც საშუალებას იძლევიან მიაწოდონ ბეტონის ნარევი მბრუნავ ყალიბში შედარებით თანაბარი განაწილებით. თუ ეს შეუძლებელია, დახურული ტორსების ან ყალიბის მნიშვნელოვანი სიგრძისა და მცირე დიამეტრის გამო, ნარევეს აწვიდან ბუნკერის ტიპის მკვებავით ღია ქვედა ნახევარყალიბში. ამის შემდეგ ყალიბს აწყობენ და ათავსებენ ცენტრიფუგაზე და ბეტონის ნარევეს თანაბრად ანაწილებენ ყალიბის კედლებზე ბრუნვის მცირე სისწირით, რომელსაც შემდგომ ზრდიან ბეტონის ნარევის სრულ შემკვრივებამდე, ცენტრიფუგირების რეჟიმის მკაცრი შესაბამისობით. ნაკეთობის დაყალიბების პროცესის დამთავრების შემდეგ ცენტრიფუგის ბრუნვის სიჩქარეს თანდათან ამცირებენ მის სრულ გაჩერებამდე. ყალიბში გამოწურული წყლის არსებობის შემთხვევაში მას გადმოღვრიან. ყალიბს ხსნიან ცენტრიფუგიდან და გადააქვთ თბური დამუშავების კამერაში.

3. ღასკვნა

ახლადწყობილი ბეტონის ხარისხის ძირითად მანვენებლად ითვლება შემკვრივების ხარისხი, რომელიც რაოდენობრივად განისაზღვრება შემკვრივების კოეფიციენტიტ და რიცხობრივად ტოლია შემკვრივებული ბეტონის ნარევის ფარდობისა ბეტონის „თეორიულ“ სიმკვრივესთან. კოეფიციენტის სიდიდეა 0,93-დან, ხისტი ნარევებისათვის 0,98-მდე და მეტი პლასტიკურისათვის. თეორიული მოცულობის განსაზღვრის დაუღვენლობა ართულებს მანვენებლის გამოყენებას. შეუმკვრივებელ ბეტონში სიცარიელის მოცულობა (ის შეესებულია ჰაერით), მცირდება ძვრადობის მატებით, ამიტომ შეუმკვრივებელი ნარევის მოცულობამ შეიძლება არსებითად გადააჭარბოს შემკვრივებულის ე.ი. ახლადწყობილი ბეტონის მოცულობას (ცხრ.1).

ნარევის მოცულობის ცვლილება შემკვრივებისას

ცხრილი 1.

ბეტონის ნარევი	ნარევის შეფარდებითი მოცულობა			
	ხისტი	ძვრადი	დიდი ძვრადობის	თვითშემკვრივებადი
შემკვრივებამდე	1,6-მდე	1,3-მდე	1,07-მდე	დაახლოებით 1,0
შემკვრივების შემდეგ	1,0			

ამასთან დაკავშირებით ევროპულ ნორმებში EN 206-1, ბეტონის ნარევის კლასები რეგლამენტირებულია შემკვრივების ხარისხის მიხედვით:

- C 0 – შემკვრივების მანვენებელი მეტია 1,46-ზე;
- C 1 – მანვენებლით 1,26...1,45;
- C 2 – მანვენებლით 1,11...1,25;
- C 3 – მანვენებლით 1,04...1,10.

მაგრამ ეს მანვენებელიც მოუხერხებელია პრაქტიკული გამოყენებისათვის, რადგან იგი შემკვრივების ხარისხს კი არ ახასიათებს, არამედ აჩვენებს ნარევის მოცულობის შეფარდებას შეუმკვრივებელ და შემკვრივებულ მდგომარეობაში.

ლიტერატურა

1. ა. ჩიქოვანი. ბეტონის ტექნოლოგია. თბილისი. 2015. 358 გვ.
2. Г. В. Несветаев. Бетоны. Ростов-на Дону. 2011. 380с.
3. Ю. М. Баженов. Технология бетона. Москва 2006. 500с.
4. А. А. Алимов, В. В. Воронин. Бетонovedение. Москва 2010. 424с.
5. EN. 206-1. Concrete. Part 1: Specification, performance, production and conformity

ბეტონის ტექნიკური ნორმები, ევროპულთან შესაბამისობაში

ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე, ა. ჩიქოვანი
 (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77,
 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში მოყვანილია ძირითადი ნორმატიული დოკუმენტების ჩამონათვალი, რომელიც გამოიყენება ჩვენს ქვეყანაში და ევროპის ქვეყნებში, ბეტონის ხარისხის კონტროლისათვის.
საკვანძო სიტყვები: ბეტონი, სტანდარტი, სამშენებლო ნორმა, კლასიფიკაცია, კლასი, ცემენტის ტიპი, მასშტაბი.

1. უმსავალი

საქართველოში მშენებლობის ბუმი, თითქმის ყველაფერი შენდება ბეტონით და რკინაბეტონით. სამწუხაროდ, ჩვენთან ჯერ კიდევ მოუგვარებელი-დაუზუსტებელია სახელმწიფო სტანდარტი მშენებლობაში, ზოგჯერ ვსარგებლობთ ძველი, საბჭოთა კავშირში მიღებული, ზოგჯერ კიდევ ახალი რუსული სტანდარტით. ბევრი ინვესტორი ითხოვს ბეტონის სამუშაოები ჩატარდეს ევროპული ნორმების შესაბამისად. სტატიაში მოყვანილია ძირითადი ცნობები ევროპულ სამშენებლო ნორმებზე, ბეტონისადმი წაყენებულ ტექნიკურ მოთხოვნებზე. მათი გამოცდის მეთოდებზე, იმ ძირითადი ნორმატიული დოკუმენტების ჩამონათვალი და აღნიშვნები, რომელიც გამოიყენება ევროპის გაერთიანების (ES) ქვეყნების მიერ. მიგვაჩნია, რომ იგი სასარგებლო იქნება ქართული მშენებელ-ტექნიკური პერსონალისათვის.

2. ძირითადი ნაწილი

ბეტონის კლასიფიკაცია და ტექნიკური მოთხოვნები, რომელიც გამოიყენება, როგორც მონოლითური მშენებლობისათვის, ასევე შენობის და ნაგებობის ასაწყობი კონსტრუქციებისა და ელემენტებისათვის მოცემულია ევროპულ სტანდარტში „EN 206-1 ბეტონები“.

EN 206-1-ის თანახმად ბეტონების კლასიფიკაცია ტარდება ექსპლუატაციური გარემოს აგრესიულობის, სიმკვრივის და სიმტკიცის მაჩვენებლების მიხედვით.

ექსპლუატაციური გარემოს კლასები: ექსპლუატაციის პროცესში ბეტონი განიცდის ქიმიურ, ფიზიკურ და მექანიკურ ზემოქმედებას. გარემოს აგრესიულობა ფასდება კლასებით, რომელიც თავის მხრივ იყოფა ინდექსებად (ცხრ.).

სხვადასხვა ინდექსის, მაგრამ ერთი კლასის აგრესიული გარემოს ერთდროული მოქმედებისას მიიღება მოთხოვნები, რომელიც მიეკუთვნება უფრო მაღალი აგრესიულობის გარემოს.

ექსპლუატაციის გარემო

ცხრილი 1

ინდექსი	ექსპლუატაციის გარემო	გამოყენების მაგალითები
1	2	3
1. გარემო აგრესიულობის გარეშე		
X0	უარმატურო და ჩასატანებელი დეტალები ბეტონისათვის: ყველა გარემო გარდა გაყინვა-გაღვლის ზემოქმედებისა, ან ქიმიური აგრესიისა. რკინაბეტონისათვის: ძალიან მშრალი	მშრალი ნაგებობის შიგნით
2. კოროზია კარბონიზაციის შედეგად		
XC1	მუდმივად მშრალი ან მუდმივად ტენიანი ექსპლუატაციის გარემო	დაბალი ტენიანობის შიგა შენობაში. მუდმივად წყალში მყოფი ბეტონი

- « »

XC2	ტენიანი, ზოგჯერ მშრალი	ბეტონის ზედაპირი განიცდის ხანგრძლივ დატენიანებას, საძირკვლების უმეტესობა
XC3	ზომიერად ტენიანი (ტენიანი ნაგებობა, ტენიანი კლიმატი)	ბეტონი ზომიერი ტენიანობის მქონე შენობაში. ბეტონი ღია ჰაერზე, მაგრამ წვიმისაგან დაცული
XC4	მონაცვლეობითი დატენიანება და გამომშრობა	ბეტონის ზედაპირს პერიოდულად აქვს კონტაქტი წყალთან
3. ქლორიდებით გამოწვეული კოროზია (ზღვის წყლის გარდა)		
როცა ბეტონი ფოლადის არმატურით ან ჩასატანებელი დეტალებით განიცდის ქლორიდების ზემოქმედებას, მათ შორის ყინვის საწინააღმდეგო მარილებით, აგრესიული გარემო კლასიფიცირდება შემდეგი მაჩვენებლებით:		
XD1	ზომიერი ტენიანობა	ბეტონი განიცდის იმ აეროზოლის ზემოქმედებას, რომელსაც შეიცავს ქლორიდები
XD2	ტენიანი, ზოგჯერ მშრალი	საცურაო აუზი. ბეტონი განიცდის ისეთი სამრეწველო წყლების მოქმედებას, რომელიც შეიცავს ქლორიდებს
XD3	მონაცვლეობითი დასველება და გამომშრობა	გზების, ტროტუარების, ხიდების საფარი
4. ზღვის წყლით გამოწვეული კოროზია		
როდესაც ბეტონი ფოლადის არმატურით ან ჩასატანებელი დეტალებით განიცდის ზღვის წყლის ან ზღვის წყლის აეროზოლის მოქმედებას, აგრესიული გარემო კლასიფიცირდება შემდეგი მაჩვენებლებით:		
XS1	მარილების მოქმედება, მაგრამ ზღვის წყალთან კონტაქტის გარეშე	სანაპირო ნაგებობები
XS2	მუდმივად იმყოფება წყალში	საზღვაო ნაგებობის საძირკვლები
XS3	მოქცევის ზონა, ტალღების, მარილიანი მხეფების მოქმედება	საზღვაო ნაგებობის ნაწილი, წყლის ცვალებად ზონაში
შენიშვნა: ზღვის წყლის კლასიფიკაცია ქიმიური აგრესიის მიხედვით მიიღება გეოგრაფიული რეგიონის სამშენებლო ნორმებით		
5. კოროზია, გამოწვეული ცვალებადი გაყინვით და გალხობით		
ცვალებადი გაყინვისა და გალხობის აგრესიული გარემო კლასიფიცირდება შემდეგი ნიშნებით:		
XF1	ზომიერი წყალგაჯერება ანტიშემომყინავის გარეშე	შენობის და ნაგებობის ვერტიკალური ზედაპირები წვიმის და ყინვის მოქმედებისას.
XF2	ზომიერი წყალგაჯერება ანტიშემომყინავის გამოყენებით	სატრანსპორტო საშუალებების ვერტიკალური ზედაპირები
XF3	ძლიერი წყალგაჯერება ანტიშემომყინავის გარეშე	გზების და სხვა ნაგებობის ჰორიზონტალური ზედაპირები წვიმის და ყინვის მოქმედებისას
XF4	ძლიერი წყალგაჯერება (მათ შორის ზღვის წყლით) ანტიშემომყინავის გამოყენებით	გზების და ხიდების, გარე კიბის საფეხურების და სხვა ჰორიზონტალური ზედაპირები. საზღვაო ნაგებობის ცვლადი დონის ზონა, ყინვის მოქმედებისას.
6. ქიმიური აგრესია		
ნიადაგის და გრუნტის წყლების ქიმიური აგენტების მოქმედებისას, კოროზიული გარემო კლასიფიცირდება შემდეგი ნიშნებით		
XA1	აგრესიული აგენტების უმნიშვნელო მოქმედება	—
XA2	იგივე, ზომიერი	—
XA3	იგივე, ძლიერი	—

ბეტონების კლასიფიკაცია სიმკვრივის მიხედვით წარმოდგენილია ცხრილში 2.
 ბეტონების კლასიფიკაცია სიმკვრივის მიხედვით ცხრილი 2

ბეტონის სახეობა	აღნიშვნა	სიმკვრივე მშრალ მდგომარეობაში, კგ/მ ³
მძიმე	C	2000...2600
განსაკუთრებით მძიმე	HC	2600-ზე მეტი
მსუბუქი	LC	800...2000

მსუბუქი ბეტონისათვის სიმკვრივის კლასი დგინდება დამატებით (ცხრ. 3), იგივე შეიძლება მოცემული იქნეს, როგორც საპროექტო მახასიათებელი შედგენილობის გაანგარიშებისას.

მსუბუქი ბეტონის კლასი სიმკვრივის მიხედვით ცხრილი 3

კლასი სიმკვრივის მიხედვით	LC 1,0	LC 1,2	LC 1,4	LC 1,6	LC 1,8	LC 2,0
სიმკვრივე, კგ/მ ³	800...1000	1000...1200	1200...1400	1400...1600	1600...1800	1800...2000

ბეტონის კლასიფიკაცია სიმტკიცის მიხედვით.

სიმტკიცის მიხედვით მძიმე, განსაკუთრებით მძიმე (ზემძიმე) და მსუბუქი ბეტონი იყოფა კლასებად ცხრ. 4, 5.

ცხრილი 4

მძიმე და ზემძიმე ბეტონის სიმტკიცის კლასები

ბეტონის კლასი	სიმტკიცე, მგპა	
	ცილინდრი	კუბი
C 8/10	8	10
C 12/15	12	15
C 16/20	16	20
C 20/25	20	25
C 25/30	25	30
C 30/37	30	37
C 35/45	35	45
C 40/50	40	50
C 45/55	45	55
C 50/60	50	60
C 55/67	55	67
C 60/75	60	75
C 70/85	70	85
C 80/95	80	95
C 90/105	90	105
C 100/115	100	115

ცხრილი 5

მსუბუქი ბეტონის სიმტკიცის კლასები

ბეტონის კლასი	სიმტკიცე, მგპა	
	ცილინდრი	კუბი
LC 8/9	8	9
LC 12/13	12	13
LC 16/18	16	18
LC 20/22	20	22
LC 25/28	25	28
LC 30/33	30	33
LC 35/38	35	38
LC 40/44	40	44
LC 45/50	45	50
LC 50/55	50	55
შLC 55/60	55	60
ქLC 60/66	60	66
LC 70/77	70	77
LC 80/88	80	88

შენიშვნა: სტანდარტულ ცილინდრს აქვს 150 მმ დიამეტრი და 300 მმ სიმაღლე, კუბს – წიბოს ზომა 150 მმ.

-

«

»

შეიძლება სხვა ზომების კუბის (a) და ცილინდრის ($d \times h$) გამოყენებაც მასშტაბური – გადამყვანი კოეფიციენტის გათვალისწინებით (ცხრ. 6).

მოთხოვნები ბეტონის შედგენილობისადმი.

ბეტონის შედგენილობის მასალები არ უნდა შეიცავდეს მავნე მინარევებს იმ რაოდენობით, რომ გამოიწვიოს ბეტონის ხანმედევობის შემცირება და არმატურის კოროზია.

ცხრილი 6

მასშტაბური კოეფიციენტის მნიშვნელობა

ნიმუშის ზომები, მმ	a კოეფიციენტის მნიშვნელობა ყველა სახეობის ბეტონისათვის, გარდა უჯრედოვანისა
კუბი (a)	
70	0,85
100	0,95
150	1,00
200	1,05
300	1,10
ცილინდრი ($d \times h$)	
100×200	1,16
150×300	1,20
200×400	1,24
300×600	1,28

ცემენტებისადმი წაყენებული მოთხოვნები EN 197-1 ნორმების შესაბამისად წარმოდგენილია ცხრილში 7.

შემკვებებისადმი წაყენებული სტანდარტის EN 1262 შესაბამისი მოთხოვნებია: პეტროგრაფიულ და გრანულონეტრულ შემადგენლობაზე, ფიზიკურ-მექანიკურ მახასიათებლებზე, ფირფიტოვნებაზე, ყინვამედევობაზე, ცვეთამედევობაზე და მტვროვანი მინარევების შემცველობაზე.

შემკვების მარცვლების მაქსიმალური ზომა ინიშნება კონსტრუქციის მინიმალური ზომებიდან გამომდინარე და რომ უზრუნველყოფილი იქნეს დამცავი შრის საჭირო სისქე. გაუცრელი შემკვები ან ქვიშა-ხრეშის ნარევი შეიძლება გამოყენებული იქნეს მხოლოდ C12/13 და ნაკლები კლასის ბეტონებში. შემკვების გამოცდა ტარდება EN 933-1 - EN 933-10 ნორმების შესაბამისად.

წყლის ხარისხი და რაოდენობა უნდა აკმაყოფილებდეს EN 1008 სტანდარტს.

ქიმიური დანამატები უნდა შეესაბამებოდეს EN 934-2 სტანდარტს.

დაიშვება ორი ტიპის მინერალური დანამატი: ინერტული (ტიპი I) და აქტიური (ტიპი II). მინერალური დანამატი არ უნდა შეიცავდეს მავნე მინარევებს, იმ რაოდენობით, რომ გამოიწვიოს გავლენა ბეტონის ხანმედევობაზე ან მოახდინოს არმატურის კოროზია.

ბეტონში მაქსიმალური რაოდენობით დასაშვები ქლორიდების შემცველობა, გამოსახული ქლორიდ-იონების პროცენტებში, ცემენტის მასის მიმართ, არ უნდა აღარბეზდეს ცხრ. 8-ში მოყვანილ მნიშვნელობას.

მოთხოვნები ჩვეულებრივი ცემენტების შემადგენლობისადმი, EN 197-1-ის თანახმად
 ცხრილი 7

ძირითადი ტიპები			შემადგენლობა (მასითი პროცენტული შემცველობა)												
			ძირითადი შემადგენლობა												
			კლასიკური	მარტქის წილა	წვრილი კაჟი-შაქარი	პუცოლანი		წანატაც-ნაცარი		გამომწვარი ფიქალი	კირქვა		არადირითადი დამატებითი შეღვენილობა		
						ბუნებრივი, კალცი-ნირები ული	ბუნებრივი	კაჟიანი	კირიანი						
1	2	3	K	S	D ⁶	P	Q	V	W	T	L	LL	14		
CEN I	პორტლანდ ცემენტი	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
CEM II	წიდაპორტლანდ-ცემენტი	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	პორტლანდ ცემენტი კაჟი-შაქარის მტვრის დანამატით	CEM II/A	80-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	პუცოლანური პორტლანდ-ცემენტი	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	პორტლანდ ცემენტი წანატაც-ნაცრის დანამატით	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-
		CEM II/A-W	80-95	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-
	პორტლანდ ცემენტი გამომწვარი თაბა-შირის დანამატით	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-
	პორტლანდ ცემენტი კირქვის დანამატით	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-
CEM II/B-L		65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	
CEM II/A-LL		80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	
CEM II/B-LL		65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	
კომპოზიციური პორტლანდ ცემენტი	CEM II/A-M	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	CEM II/B-M	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CEM III	წიდაპორტლანდ-ცემენტი	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CEM IV	პუცოლანური ცემენტი	CEM IV/A	65-89	-	-	-	-	11-35	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM IV/B	45-64	-	-	-	-	36-55	-	-	-	-	-	-	
CEM V	კომპოზიციური ცემენტი	CEM V/A	40-60	18-30	-	-	-	-	-	-	18-30	-	-	-	
		CEM V/B	20-38	31-50	-	-	-	-	-	-	31-50	-	-	-	

ბეტონში ქლორიდების ზღვრული დასაშვები რაოდენობა ცხრილი 8

ბეტონი	კლასის ქლორიდების შემცველობის მიხედვით	Cl ⁻ %, ცემენტის მასის
ნორმირებული ბეტონი	C/1	1,0
რკინაბეტონი	C/03	0,3
	C/04	0,4
წინასწარდაბებული რკინაბეტონი	C/01	0,1
	C/02	0,2

მოთხოვნები ბეტონის ნარევეზე და ბეტონზე ექსპლუატაციის გარემოზე დამოკიდებულებით მოცემულია ცხრილში 9.

3. დასკვნა

მოყვანილია ძირითადი ნორმატიული დოკუმენტების ჩამონათვალი, რომელიც გამოიყენება ჩვენს ქვეყანაში და ევროპის ქვეყნებში ბეტონის ხარისხის კონტროლისათვის. გამოადგებათ დოქტორანტებს, რომლებიც სწავლობენ სამშენებლო ნორმებს და სტანდარტებს, ასევე ტექნიკური უმაღლესი სასწავლებლის ბაკალავრებს და მაგისტრანტებს, რომლებსაც სურთ აიმაღლონ ცოდნა ევროპული ნორმატიული სამშენებლო დოკუმენტაციის სფეროში.

მოთხოვნები ბეტონის ნარევეზე და ბეტონზე ექსპლუატაციის გარემოზე დამოკიდებულებით* ცხრილი 9

ინდექსი	ექსპლუატაციის გარემოს კლასები																	
	არააგ-რესიუი გარემო	კარბონიზაცია				ქლორიდული კოროზია						გაყინვა-გაღებობა				ქიმიური კოროზია		
						ზღვის წყალი			სხვა ქლორიდული შემოქმედება									
	XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
მაქსიმალური წ/ც	-	0,65	0,6	0,55	0,5	0,5	0,45	0,45	0,55	0,5	0,45	0,55	0,55	0,5	0,45	0,55	0,5	-
სიმტკიცის მინიმალური კლასი*	12/15	20/25	25/30	30/37	35/45	30/37	30/37	35/45	30/37	25/30	30/37	25/30	30/37	30/37	30/37	30/37	30/37	35/45
ცემენტის მინიმალური ხარჯი, კგ/მ ³	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
მინიმალური პაერჩაორევა, %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	4,0	4,0	-	-	-
სხვა მოთხოვნები	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	შემესები EN 12620 აუცილებელი ყინვამდეგობის			სულფატომედეგი ცემენტი		

შენიშვნები:

* მოთხოვნები მოცემულია CEM I კლასის ცემენტისათვის

** მძიმე ბეტონის სიმტკიცის კლასები მოცემულია ცხრილ 4-ში.

ლიტერატურა

1. , 2013.
2. , 2010.
3. I.S. Continho. NP EN 12390 – Ensaio do betao endurecido // MC2, 2004.
4. Design and Control of Concrete Mixtures // Portland Cement association, 14 Edition, 2004.
5. Concrete tests 5-694 // Concrete Manual, September 1, 2003.

რეზინოპიტუმებისა და პოლიმერპიტუმების რეოლოგიური
თვისებები

თ. პაპუაშვილი, ვ. ჯღამაია, მ. სულამანიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია ახალი მეთოდი, რომლის მეშვეობითაც განისაზღვრება ბიტუმინერალური ნარევის, როგორც კომპლექსური შემკვრელის რეოლოგიური თვისებები - კერძოდ: ძვრის სიმტკიცე და მისი დამოკიდებულება ტემპერატურაზე -36°C დან $+180^{\circ}\text{C}$ მდე დიაპაზონში; კრობადობის უნარი; დარბილების დაწყების, დენადობისა და გამყიფების ტემპერატურა; შემკვრელის მუშაობის უნარიანობის და მისი პლასტიურობის ინტერვალი. წარმოდგენილი მეთოდი გამოყენებულია ხარისხის შედარებითი შეფასებისთვის შემდეგი პოლიმერპიტუმოვანი შემკვრელების შემთხვევაში: ПБВ-40, алфабит-60, алфабит -90 და რეზინოპიტუმების შემკვრელთათვის - БИТРЭК და SRMB. ამავდროულად შესწავლილია ხსენებული მასალების სახესხვაობა ყინვამდეგობისა და თბომდეგობის მიხედვით, ჩატარებულია მათი რაოდენობრივი შეფასება.

საკვანძო სიტყვები: გამინება, გამყიფება, დენადობა, ადგეზია, კოჰეზია, პლასტიკურობა, კორელაცია.

1. შესავალი

ბიტუმინერალური მასალებით მომზადებულ ნარევებში შემკვრელი მასალების მთავარი ფუნქციონალური თვისებებია ძვრის სიმტკიცე და შეჭიდულობა ინერტულ მასალებთან, რადგან ამ თვისებებზეა დამოკიდებული ასფალტბეტონის ბზარმდეგობა, ყინვამდეგობა და თბომდეგობა, რომლებიც არსებითად უზრუნველყოფენ გახანგრძლივებულ საექსპლუატაციო ვადებს. ჩამოთვლილი თვისებების შეფასების სტაციონალურ მეთოდებს წარმოადგენენ: რგოლი და ბურთულა, პენეტრაცია, დუქტილობა შრომატევადია და ხანგრძლივი, ამასთან არ არის პირდაპირი ინფორმაციის მატარებელი. ამდენად მეტად აქტუალურია შემკვრელი მასალების სიმტკიცის თვისებების შეფასების მიზნით ობიექტური ექსპრეს მეთოდის დამუშავება.

2. ძირითადი ნაწილი

წარმოდგენილ ნაშრომში შემუშავებულია ახალი მეთოდი, რომელიც განსაზღვრავს ბიტუმის შემკვრელთა კომპლექსის რეოლოგიურ თვისებებს, როგორცაა: ძვრის სიმტკიცე და მისი დამოკიდებულება ტემპერატურაზე - 36°C დან $+180^{\circ}\text{C}$ მდე დიაპაზონში, კრობადობის უნარი (ადგეზია ქვის მასალებთან), დარბილების დაწყების, დენადობის და გამყიფების ტემპერატურა, შემკვრელის მუშაობის უნარიანობის (პლასტიურობის) ინტერვალი. მეთოდი გამოყენებულია ხარისხის შედარებითი შეფასებისთვის შემდეგი პოლიმერპიტუმოვანი შემკვრელების შემთხვევაში - ПБВ-40, Алфабит-60, Алфабит-90 და რეზინოპიტუმების შემკვრელთათვის - БИТРЭК და SRMB. დადგენილია შესწავლილი მასალების სახესხვაობა ყინვამდეგობისა და თბომდეგობის მიხედვით და ჩატარებულია მათი რაოდენობრივი შეფასება.

ძვრის სიმტკიცე და შეჭიდულობა ქვის მასალებთან (კრობადობა) წარმოადგენს ერთ-ერთ მთავარ თვისებას შემკვრელი მასალისა, რადგან მასზეა დამოკიდებული ასფალბეტონების ხანმედევობა, ბზარმედევობა, ყინვა და თბომედევობა. ამ თვისებების შეფასების მეთოდთა უმეტესობა (პენეტრაცია, დუქტილობა) წარმოადგენს ირიბ, მცირე ინფორმაციის მატარებელს, მასალათა სიმტკიცის თვისებების მიმართ, ამასთან ეს მეთოდები შრომატევადია და ხანგრძლივი. ამიტომ აქტუალურია ამოცანა, რათა დავამუშაოთ ექსპრესული ობიექტური მეთოდები შემკვრელ მასალათა სიმტკიცის თვისებების დასადგენად. ქვემოთ მოცემულია ამ ამოცანის გადაწყვეტის წინაპირობა.

პირველ ეტაპზე განისაზღვრება ნიმუშების ძვრის სიმტკიცის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე -36°C დან დარბილების (დენადობის) ტემპერატურამდე ხელსაწყოზე „Термоскан-М1“ (ნახ.1). მიღებული ძვრის მრუდებიდან საშუალება გვეძლევა ამოკერბოთ მასალის ხარისხის რეოლოგიური მაჩვენებლები, მაგალითად: სტრუქტურული გადასვლების მახასიათებელი ტემპერატურები და ძვრის სიმტკიცის მაჩვენებლები ამ ტემპერატურაზე.

ძვრის სიმტკიცე - ეს არის ძვრის დაძაბულობის მაქსიმალური მნიშვნელობა, ძვრის დროს ან ნიმუშის მოწყვეტის დაძაბულობის მნიშვნელობა გაცხელებული ან გაცივებული ზედაპირიდან, რომელიც გამოსახულია მპა-ში. მოცემულ ნაშრომში ქვესადებად გამოიყენება პელტიეს ელემენტის კერამიკული ზედაპირი, რაც იმიტირებას უკეთებს მუავე ბუნების ქვის მასალას.

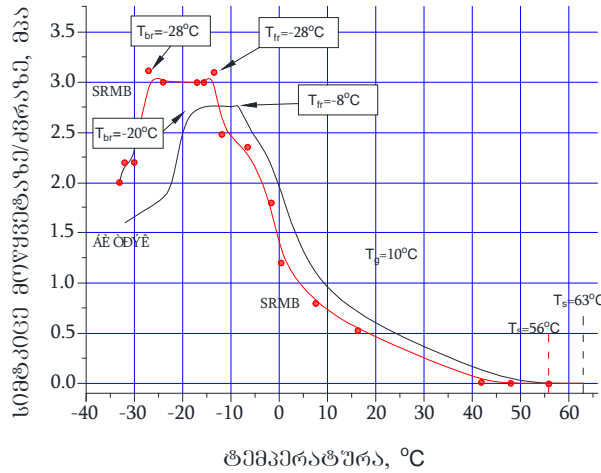
მეორე ეტაპზე ხდება სტიკერის შევსება დიამეტრით 8 მმ და სიღრმით 2 მმ ნიმუშის მასით 7-8 მგ. ქვესადების ტემპერატურა იზრდება ნიმუშის დენადობის ტემპერატურამდე და მჭიდროდ ხდება სტიკერის მიკვრა ზედაპირთან ნიმუშის ზედმეტი ნარჩენის გამოდევნით. შემდეგ ხელსაწყო გრილდება საჭირო ტემპერატურამდე.

მოცემულ ტემპერატურაზე ნიმუშებზე გამოიყენება წანაცვლებითი დატვირთვა და დინამომეტრის სკალაზე აღინიშნება მისი მაქსიმალური მნიშვნელობანი კილოგრამებში. შემდეგ იანგარიშება ძვრის დაძაბულობა (ძვრის სიმტკიცე). დინამომეტრის ჩვენება მრავლდება კოეფიციენტზე $K=0,2$ მპა/კგ. კოეფიციენტი $K=0,2$ შეესაბამება 8 მმ-იანი ნიმუშის ზედაპირთან კონტაქტის ანაბეჭდის (ლაქა) დიამეტრს.

გაზომვის ცდომილების შეფასება ხდება სტანდარტული გადახრით საშუალო მონაცემებიდან 5-6 რაოდენობით გამეორების შემთხვევაში. მეთოდის ფარდობითი ცდომილება არ აღემატება 6%.

ძვრის სიმტკიცე განისაზღვრება ოთახის ტემპერატურაზე დაბალ არეალში დინამომეტრის დახმარებით, როცა ნიმუშზე ხდება ძვრის მზარდი ძალისხმევა ფიქსირებულ ტემპერატურაზე. მაღალი ტემპერატურის არეალში დარბილების ტემპერატურის განსაზღვრის დროს გამოიყენება მდორე გათბობის მეთოდი (10°C /წუთში). მოცემული მცირე დატვირთვის დროს ნიმუშზე - 10, 40 და 90გ, როდესაც ლაქის კონტაქტის დიამეტრი 8 მმ-ია, ძვრის დაძაბულობა შესაბამისად შეადგენს 0,002, 0,008 და 0,018 მპა-ს.

პირველ ნახაზზე მოყვანილი მრუდები ასახავენ ნიმუშის ძვრის სიმტკიცის დამოკიდებულებას ტემპერატურაზე საძიებო ინტერვალში ძვრის დაწყებიდან $T_s - 32^{\circ}\text{C}$ მდე. როგორც სურათიდან ჩანს ძვრის სიმტკიცე მდორედ იზრდება ტემპერატურის კლების მიხედვით, 0,002 მპა მნიშვნელობიდან ძვრის დაწყების ტემპერატურაზე $T_s=56$ და 63°C და 2,8 მპა - 15°C .



ნახ.1. БИТПЭК და SRMB ძვრის სიმტკიცის მრუდები

შეიძლება ავლნიშნოთ შემდეგი დამახასიათებელი წერტილები (ტემპერატურის) რეოლოგიური მრუდის: (1) T_s - ძვრის (დარბილების) დაწყება მოცემულ მცირე დატვირთვაზე; (2) T_g - გამინების დაწყება, როგორც მრუდის მკვეთრი აღმასვლა თავდაპირველი დამრეცი მონაკვეთის შემდეგ; (3) T_{fr} - გამინების პროცესის დამთავრება მრუდის მაღალ წერტილზე; (4) T_{br} - მინის გადასვლა მყიფე მდგომარეობაში, როგორც დაწყება მრუდის მკვეთრი ვარდნისა ქვემოთ (კვრობადობის დაქვეითება) $-20 - (-30)^\circ\text{C}$ ინტერვალში. შესაბამისად მრუდი მოიცავს შემდეგ დამახასიათებელ მონაკვეთებს: T_s - T_g , რაც პასუხობს ნიმუშის სიბლანტის მატებას, (იმყოფება გელის მდგომარეობაში) T_g - T_{fr} შეესაბამება ნიმუშის გამინების პროცესს. T_{fr} - T_{br} - შეესაბამება ნიმუშის გამყიფებას ადგეზიის (კვობადობის) მკვეთრი ვარდნით იმ დროს, როცა სიმყიფის ტემპერატურა $T_{br}=T_{xp}$.

მრუდის მაქსიმალურ წერტილზე T_{fr} -ს დროს შეიმჩნევა კოჰეზიიდან ადგეზიაზე გადასვლა. T_{fr} -მდე ძვრა ხდება მასალის შიდა ფენებში, T_{fr} -ის შემდეგ k_i - „ადგეზია-ქვესადგამის“ ზღვარზე. T_{fr} ტემპერატურაზე და უფრო დაბლა ნიმუში წყდება ზედაპირიდან ისე, რომ კვალს არ ტოვებს. T_{fr} -მდე ნიმუში მხოლოდ იძვრის (ცოცავს) ზედაპირზე და ტოვებს კვალს.

T_{fr} ტემპერატურაზე გამინების ინტერვალის ბოლოს ნიმუში ხდება მსხვრევადი - გაღუნვისას ტყდება და არ იღუნება, ტოვებს ნიჟარისებულ ამოტეხილობას. ამიტომ მოცემულ ტემპერატურას ჩვენ ავლნიშნავთ, როგორც მსხვრევადობის ტემპერატურას (ინგლისურად fracture, აქედან T_{fr}). ძვრის ძალა მრუდის ამ წერტილზე აღწევს მაქსიმუმს და შემდგომში არ იცვლება ტემპერატურის მკვეთრ დაცემამდე (სიმყიფის ტემპერატურა) T_{br} (brittle-მყიფე). რამდენადაც T_{fr} წერტილში იწყება ნიმუშის ადგეზიური მოწყვეტა ზედაპირიდან, მოწყვეტის მაქსიმალური ძალვა ამ წერტილზე შეიძლება მივიღოთ შემკვრელის ქვის მასალასთან ადგეზიის რაოდენობრივ ზომად.

ტემპერატურის დაწვეით მოლეკულური ჯაჭვის მობილობის დაქვეითებით იზრდება ჯაჭვებს შორის კონტაქტების რიცხვი, ე.ი. სიბლანტე (კოჰეზია). ამასთან გამორიცხული არაა ქვესადგამიდან კავშირის ნაწილის გადასვლა მასალის შიგნით. კოჰეზიის და ადგეზიის გათანაბრების მომენტში ხდება ადგეზიის ამოვარდნა ქვესადგამიდან T_{fr} და ძვრის დაძაბულობაზე P_{fr} ($P_{fr}=P_{xp}=\nabla$ ებვადობა) გადასვლა შესაბამის ტემპერატურაზე.

-

«

»

ნახ.1-დან ჩანს, რომ ნიმუშის დაძვრა 10გ დატვირთვაზე იწყება 63°C-ზე (БИТРЭЖ) და 56°C-ზე (SRMB), შემდეგ СИ-ნელა იზრდება $T_g=10^{\circ}\text{C}$ -მდე და სწრაფად მატულობს ამ მონაკვეთზე $T_g - T_{fr}=10-(-8)=18^{\circ}\text{C}$ (БИТРЭЖ) და $10-(-14)=24^{\circ}\text{C}$ (SRMB).

გამინების არეალი SRMB 6°C-ზე უფრო ხანგრძლივია გამინების მეორე მონაკვეთის ხარჯზე. -8-(-14) °C, რამაც შეიძლება მიგვანიშნოს ელასტიფიცირებად დანამატზე SRMB-ში. БИТРЭЖ-ში ასევე შეიმჩნევა ორი მონაკვეთი, სადაც მეორე 2-(-8)°C უფრო სუსტადაა გამოხატული ვიდრე SRMB-ში, რადგან მასში ნაკლებად არის ელასტიკური კომპონენტები.

სიმყიფის ტემპერატურა БИТРЭЖ-ში აღწევს -20°C და SRMB-ში -28°C, რაც ამ უკანასკნელში გამოწვეულია ელასტიკური კომპონენტების დიდი შემცველობით. ამასთან კრობადობა БИТРЭЖ-ში რამდენადმე მცირეა SRMB-სთან შედარებით, შესაბამისად -2,8 და 3 მპა.

ამრიგად SRMB უფრო ელასტიურია და კრობადი დაბალ ტემპერატურაზე ვიდრე БИТРЭЖ (უფრო ყინვამდე).

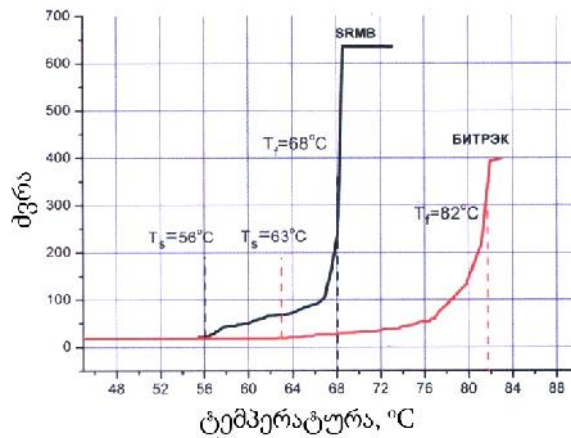
თუ ვიმსჯელებთ მიღებული მონაცემებით T_{br} , სიმყიფის ტემპერატურის განსაზღვრის რეოლოგიური მეთოდი კარგად უნდა იყოს კორელირებული ფრასის მეთოდთან. ამასთან უნდა ავღნიშნოთ, რომ T_{xp} -ს მნიშვნელობა ძლიერ არის დამოკიდებული ბიტუმის გამოსაცდელი ავკის სისქესთან. ავკის სისქის ზრდასთან ერთად იზრდება T_{xp} -ს მნიშვნელობაც. ოღონდ იზრდება მსხვრევადობის რეოლოგიურ ტემპერატურამდე.

აღსანიშნავია ბიტუმის ფიზიკური მდგომარეობის არსებითი განსხვავება მსხვრევადობის და სიმყიფის ტემპერატურებზე. პირველ შემთხვევაში ნიმუში ინარჩუნებს მნიშვნელოვან კრობადობას და სიმტკიცეს, დაბალი ტემპერატურების ინტერვალში. მეორე შემთხვევაში ნიმუში კარგავს ადგილობრივ მასალასთან, იფშვება და შორდება ღორღს უკვე მცირე დატვირთვის დროსაც ასფალტბეტონზე. ეს პროცესი მკვეთრად აჩქარდება, დაწყებული კრიტიკული დაბალი ტემპერატურიდან ექსპლუატაციის ზღვრულად დასაშვებ ტემპერატურამდე ანუ სიმყიფის ტემპერატურამდე T_{br} .

ზემოთ განხილული იყო შემკვრელის ე.წ. „ქცევა“ დაბალ (ზამთრის) ტემპერატურაზე. არანაკლებ მნიშვნელოვანია შემკვრელის თვისების შესაფასებლად ნიმუშის გამოცდა მაღალ (ზაფხულის) ტემპერატურაზე. მასალის მაღალტემპერატურული თვისებების შედარებითი შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას შეთავსებული (ურთიერთ დადებული) ძვრის მრუდების მეთოდი მცირე ძვრის დატვირთვების ზონაში (ნახ.2).

ნახ.2-დან ჩანს, რომ დაძვრა БИТРЭЖ-ში იწყება $T_s=63^{\circ}\text{C}$, SRMB-ში კი $T_s=56^{\circ}\text{C}$. ნიმუშთა მთლიანი გათხევადება ხდება დენადობის ტემპერატურაზე $T_f=82$ და 68°C . შესაბამისად, თბომდეგობა БИТРЭЖ-ში არსებითად მაღალია SRMB-თან შედარებით.

პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ დენადობის ტემპერატურა T_f , განსაზღვრულია მცირე წანაცვლებითი დატვირთვებით 2 კპა, სადაც 1-2°C-მდე სიზუსტით ემთხვევა დარბილების ტემპერატურას, რომელიც თავის მხრივ განისაზღვრება დარბილების - ე.წ. „რგოლი და ბურთულა“-ს მეთოდით.

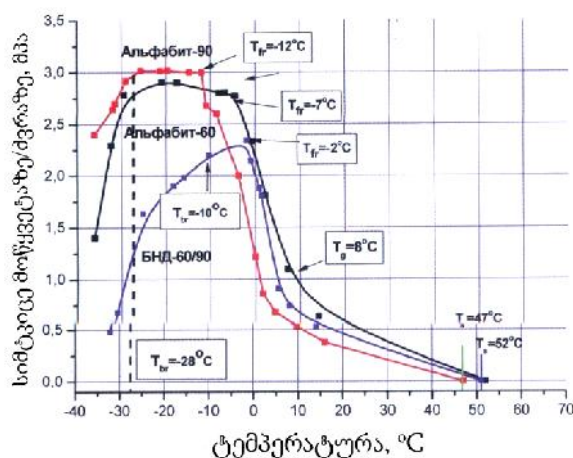


ნახ.2. BITP3K და SRMB შემკვრელების ძვრის მრუდები

როგორც მე-2 ნახაზიდან ჩანს ძვრის დაწყების და დენადობის ტემპერატურა BITP3K-ში შესამჩნევად მაღალია SRMB-სთან შედარებით ე.ი. BITP3K უფრო თბომედეგია და უფრო გამოსადეგია გზების მშენებლობისთვის ცხელ კლიმატურ პირობებში (ნაკლებად ცივ რეგიონებში). ყინვამედეგი SRMB უკეთესია გამოვიყენოთ იმ რეგიონებში, სადაც ცივი კლიმატია, მაგრამ მხოლოდ -28°C -მდე (უკიდურესად დასაშვები დაბალი ტემპერატურა ექსპლუატაციისათვის). BITP3K-თვის ეს მაჩვენებელი შეადგენს -20°C .

სურათის სრულყოფის მიზნით გამოკვლეული იქნა პოლიმერბიტუმების შემკვრელები მარკით alfabit-60, alfabit-90 და ПБВ-40, რომლებიც დამზადებული იყო სხვადასხვა რეცეპტით (ნახ. 3 და ნახ. 4).

რეოლოგიური მრუდები მე-3 ნახაზზე შეიძლება გამოვლენს პოლიმერული დანამატების შემკვრელის ხარისხზე გავლენის რაოდენობრივი შეფასებისთვის. ასეთი დანამატების შეყვანის მიზანს წარმოადგენს გამინების და სიმციფის ტემპერატურის დაწვევა (ყინვამედეგობის გაზრდა) და დარბილების ტემპერატურის გაზრდა - მაღალ ტემპერატურაზე ექსპლუატაციის დროს ძვრის სიმტკიცის მატება. ანუ შემკვრელის მუშაობის უნარის ინტერვალის გაფართოება.



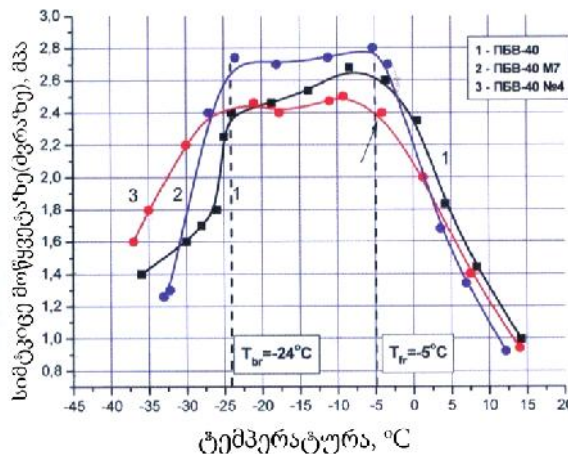
ნახ.3. ძვრის სიმტკიცის მრუდები შემკვრელებისათვის alfabit-60, alfabit-90 და БНД-60/90

-

«

»

მე-3 ნახაზიდან ჩანს, რომ საწყისი არამოდულიცირებული ნიმუში - ბიტუმი БНД-60/90-ს გააჩნია მტვრევადობის მაღალი ტემპერატურა $T_{fr}=-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ და სიმყიფის $T_{br}=-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. ბიტუმის СБС-ით პოლიმერთ მოდიფიკაციამ მოგვცა მასალის მტვრევადობის და სიმყიფის ტემპერატურების მნიშვნელოვანი შემცირების საშუალება. აგრეთვე ადგეზიური სიმტკიცის გაზრდა 2,3 მპა-მდე БНД-60/90-თვის ხოლო 2,8-3 მპა-მდე მოდიფიცირებული ნიმუშებისათვის. ამასთან alfabit-60-ის თბომედეგობა რამდენადმე გაიზარდა $T_s=52\text{ }^{\circ}\text{C}$ და $T_f=64\text{ }^{\circ}\text{C}$, БНД-60/90-თვის $T_s=51\text{ }^{\circ}\text{C}$ და $T_f=60\text{ }^{\circ}\text{C}$.



ნახ.4. ძვრის სიმტკიცის მრუდები შემკვრელებისათვის
 ПБВ-40, ПБВ-40 №4 და ПБВ-40 М7

ამრიგად რეოლოგიური მონაცემები გვიჩვენებენ პოლიმერული დანამატების მაღალ ეფექტურობას შემკვრელის ძვრისადმი მდგრადობისა და კრობადობის (ადგეზია ქვის მასალებთან) ამაღლების კუთხით, რაც მთლიანობაში განაპირობებს ბიტუმინარალური ნარევების საქსპლუატაციო ვადების გაზრდას.

როცა ვადარებთ alfabit-ების 60 და 90 ძვრის სიმტკიცის მრუდებს, შეიძლება ითქვას, რომ alfabit-60 ძვრამედეგობით მთლიანად აღემატება alfabit-90-ს, ანუ მისი ხარისხი თბომედეგობის მხრივ მაღალია. ყინვამედეგობის კუთხით alfabit-90 რამდენადმე აღემატება -60 მტვრევადობის ტემპერატურის მაჩვენებლით ($-12\text{ }^{\circ}\text{C}$) და კრობადობით (3მპა). სიმყიფის ტემპერატურა ორივე შემკვრელს პრაქტიკულად ერთნაირი აქვთ ($-28\text{ }^{\circ}\text{C}$).

3. დასკვნა

БИТРЭК-ისა და SRMB-ის ძვრის სიმტკიცის მრუდები ასახავენ ნიმუშის ძვრის სიმტკიცის დამოკიდებულებას ტემპერატურაზე ძვრის დაწყებიდან $T_s=32\text{ }^{\circ}\text{C}$ -მდე. ძვრის სიმტკიცე მდორედ იზრდება ტემპერატურის კლების მიხედვით 0,002 მპა-დან 2,8-3,0 მპა-მდე.

გრაფიკული მრუდი მოიცავს T_s-T_g მონაკვეთს, რომელიც პასუხობს სიბლანტის მატებას, T_g-T_{fr} მონაკვეთი შეესაბამება ნიმუშის გამინების პროცესს და $T_{fr}-T_{br}$ მონაკვეთი შეესაბამება ნიმუშის გამყიფებას ადგეზიის მკვეთრი ვარდნით.

გრაფიკული მრუდის მაქსიმალურ წერტილზე T_{fr} შეიმჩნევა კოპეზიიდან ადგეზიაზე გადასვლა, ხოლო მასზე დაბალი ტემპერატურის დროს ნიმუში წყდება ზედაპირიდან ისე, რომ კვალს არ ტოვებს. T_{fr} ტემპერატურაზე გამინების ინტერვალის

-

«

»

მრუდის ნიმუში ხდება მსხვრევადი და ამ ტემპერატურას ვუწოდებთ მსხვრევადობის ტემპერატურას. ძვრის ძალა ამ წერტილზე აღწევს მაქსიმალურს და შემდგომში არ იცვლება ტემპერატურის მკვეთრად დაცემამდე. ნიმუშის ადგეზიური მოწყვეტის მაქსიმალური ძალვა ამ წერტილზე შეიძლება მივიღოთ ადგეზიის რაოდენობრივ ზომად.

გამინების არეალი SRMB 6°C-ზე უფრო ხანგრძლივია გამინების მეორე მონაკვეთის ხარჯზე 8-14 °C-ზე, ხოლო სიმეიფის ტემპერატურა БИТРЭК-ში აღწევს 20 °C-ზე და SRMB-ში კი 28 °C-ზე. ამრიგად SRMB უფრო ელასტიკურია და კრობადი დაბალ ტემპერატურაზე ვიდრე БИТРЭК.

მასალის მაღალტემპერატურული თვისებების შედარებითი შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას შეთავსებული ძვრის მრუდების მეთოდი მცირე ძვრის დატვირთვების ზონაში.

დამუშავებულია პორტატული ადგეზიომეტრი და მის საფუძველზე ექსპრეს მეთოდი, შემკვრელების რეოლოგიური თვისებების მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის, რომელიც საშუალებას იძლევა წინასწარ განისაზღვროს შემკვრელის მუშაობის უნარი ასფალტბეტონის შემადგენლობაში.

ლიტერატურა

1. Шишкин Ю.Л. Экспресс-оценка сдвиговой прочности битумных вяжущих с помощью прибора <<Термоскан-М1>> // Автомобильные дороги. 2012. №8. С. 79-82.
2. თ. პაპუაშვილი, ასფალტბეტონის რეოლოგიის ზოგიერთი საკითხი. სტუ-ს შრომები 3(396), თბილისი, 1993წ.

სქელკედლიანი ცილინდრის გაანგარიშება რთული
დეფორმაციის პირობებში

რ. გიორგობიანი, ვ. სოსხაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი,
კოსტავას 77)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია დრუტანიანი წრიული კვეთის სქელკედლიანი ცილინდრი, რომელიც დამზადებულია უკუმშვადი იზოტროპული მასალისაგან. იგი განიცდის ერთდერძა გაჭიმვას ცილინდრის ღერძის გასწვრივ, განივ ძვრას, რომელიც მხოლოდ ცილინდრის ღერძამდე მანძილზეა დამოკიდებული, გრეხას, რომლის დროსაც გრეხის კუთხე პროპორციულია დეფორმაციამდელი ცილინდრის ერთ-ერთ ზედაპირამდე მანძილისა. მიღებული გამოსახულებების გამოყენებით შესაძლებელია სქელკედლიანი ცილინდრების გაანგარიშება რთული სახის დეფორმაციის შემთხვევაში.

საკვანძო სიტყვები: სქელკედლიანი ცილინდრი, დეფორმაციები, გრეხა, ძვრა.

1. შუსაშვალი

სქელკედლიან ცილინდრებს ფართო გამოყენება აქვს როგორც მშენებლობაში, ისე მანქანათმშენებლობაში. ისინი გამოიყენება ჰიდროგენერატორების საძირკვლებად, რეაქტორების დამცავებად, მასალების საცავებად და სხვა.

ჩავატაროთ გაანგარიშება უკუმშვადი, იზოტროპული მასალისაგან დამზადებული წრიული კვეთის სქელკედლიანი ცილინდრისათვის, რთული დეფორმაციის შემთხვევისათვის.

2. ძირითადი ნაწილი

ჩავთვალოთ, რომ დრუტანიანი წრიული კვეთის სქელკედლიანი ცილინდრი დამზადებულია უკუმშვადი იზოტროპული მასალისაგან. მასალის ქცევა აისახება სამ მუდმივიანი ხარისხოვანი დრეკადი პოტენციალის საშუალებით. ცილინდრის სიგრძე დეფორმაციამდე იყოს $2l_0$. შიგა და გარე რადიუსები შესაბამისად r_1^0 და r_2^0 . შემოვიტანოთ უგანზომილებო კოორდინატები $a = r^0/r_1^0$ და $b = r/r_1^0$ სადაც r^0 და r - რადიალური კოორდინატებია დეფორმაციამდე და დეფორმაციის შემდეგ. ცილინდრის შიდა არადეფორმირებულ ზედაპირს შეესაბამება უგანზომილებო კოორდინატი $a_1 = 1$ ხოლო გარე ზედაპირს შეესაბამება $a_2 = r_2^0/r_1^0 = s$ აქ s -ი

განსაზღვრავს ცილინდრის ფარდობით სქელკედლიანობას.

ვფიქრობთ, რომ აღნიშნული ცილინდრი განიცდის შემდეგი სახის რთულ დეფორმაციას:

- 1) ერთდერძა გაჭიმვას λ სიდიდით ცილინდრის ღერძის გასწვრივ
- 2) ცილინდრის კედლების გაბერვა ან შევიწროება, რომლის დროსაც მისი სიგრძე მუდმივი რჩება. ხოლო შიგა და გარე რადიუსები იცვლებიან შემდეგ სიდიდეებამდე $b_1 = Q_1 a_1$ და $b_2 = Q_2 a_2$

- 3) დერძული ძერა, რომლის დროსაც ყოველი წერტილი გადაადგილდება W სიდიდით. ეს სიდიდე დამოკიდებულია მხოლოდ ცილინდრის დერძამდე მანძილზე.
- 4) განივი ძერა, რომლის დროსაც ყოველი წერტილი გადაადგილდება დერძის ირგვლივ α - კუთხით, რომელიც აგრეთვე მხოლოდ დერძამდე მანძილზე არის დამოკიდებული.
- 5) ცილინდრის გრეხა, რომლის დროსაც დაგრეხის კუთხე ψ_z პროპორციულია დეფორმაციამდელი ცილინდრის ერთ-ერთ ზედაპირამდე მანძილისა.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე ზოგადი დეფორმაციის ასახვა ცილინდრულ კოორდინატებში მოხდება შემდეგნაირად

$$b = aQ(a); \quad \theta = \theta^0 + \alpha(a) + \psi z^0; \quad z = \lambda z^0 + W(a) \quad (1)$$

სადაც $z = x_3/r_1^0$; $z^0 = x_3^0/r_1^0$ - უგანზომილებო კოორდინატებია, ხოლო Q, W, α საძიებელი ფუნქციებია, λ და ψ მუდმივებია.

უკუმშვადობის პირობა განსაზღვრავს ფუნქციის სახეს

$$Q^2 = c_1 a^{-2} + \lambda^{-1}(c_1 - const) \quad (2)$$

შემოვიტანოთ კოშის ძაბვათა ტენზორის ფიზიკური კომპონენტები

$$\sigma_{ij} = \sigma^{ij} \sqrt{g_{ii}^0 g_{jj}^0} \quad (3)$$

ამ განტოლებაში g_{ii}^0 მეტრიკული ტენზორის კომპონენტებია დეფორმაციამდე. აღნიშნულის გათვალისწინებით უკუმშვადი იზოტროპული მასალის შემთხვევაში მივიღებთ

$$\begin{aligned} \sigma_{11} &= 2 \left[\frac{\partial \varphi}{\partial I_c} + \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} (\lambda^2 + Q^2 + \psi^2 a^2 Q^2) \right] + P \cdot \lambda^2 \cdot Q^2; \\ \sigma_{22} &= 2 \left[\frac{\partial \varphi}{\partial I_c} + \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} (\lambda^2 + \lambda^{-2} Q^{-2} + a^2 Q^2 (\psi^2 + \alpha^2)) + W^2 \right] + \\ &\quad + P(Q^{-2} + \lambda^{-2} a^2 \psi^2 + a^2 Q^2 (\lambda \alpha^I - \psi W^I)^2); \\ \sigma_{33} &= 2 \left[\frac{\partial \varphi}{\partial I_c} + \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} (Q^2 + \lambda^{-2} Q^{-2} + (a \cdot Q \cdot \partial^I)^2) + W^{I^2} \right] + \\ &\quad + P(\lambda^{-2} + Q^2 \cdot W^{I^2}); \\ \sigma_{12} &= -2 \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} a Q^2 \alpha^I - P \cdot \lambda \cdot a \cdot Q^2 (\lambda \alpha^I - \varphi \cdot W^I); \\ \sigma_{13} &= -2 \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} (\lambda \cdot W^I + \psi \cdot a^2 \cdot Q^2 \cdot \alpha^I) - P \cdot \lambda \cdot Q^2 \cdot W^I; \\ \sigma_{23} &= -2 \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} Q^2 a^2 \psi - P[\varphi \cdot \lambda^{-2} \cdot a + a \cdot Q^2 \cdot W^I (\psi \cdot W^I - \lambda \cdot \alpha^I)] \end{aligned} \quad (4)$$

სადაც $\varphi = \varphi(I_c; \Pi_c)$ - დრეკადი პოტენციალია და დამოკიდებულია კოშის დეფორმაციათა ინვარიანტებზე.

მე(4)-ე გამოსახულებების ჩასმის შემდეგ წონასწორობის ერთგვაროვან განტოლებებში მივაღოთ ორი ალგებრული განტოლების სისტემამდე, რომლებიც ზოგად შემთხვევაში არა წრფივი ბუნების არიან

$$\frac{\partial \varphi}{\partial W^I} = \frac{\mu c_2}{a}; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial V^I} = \frac{\mu c_3}{a}; \quad (5)$$

სადაც μ - ძერის მოდულია; c_2 და c_3 მუდმივებია.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varphi}{\partial W^I} &= 2 \left[W^I \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial I_c} + \left(W^I \cdot Q^2 + \psi \cdot a^2 \cdot Q^2 (\psi W^I - \lambda \cdot \alpha^I) \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} \right) \right] \\ \frac{\partial \varphi}{\partial V^I} &= 2 \left[\alpha^I \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial I_c} + \lambda (\lambda \alpha^I - \psi \cdot W^I) \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} \right] a^2 \cdot Q^2 \end{aligned}$$

-

«

»

დერძული ძალა $F_3^{(1)}$ და მომენტი $M_3^{(1)}$ დერძის მიმართ შიდა ($i = 1$) და გარე ($i = 2$) ზედაპირებზე გამოსახებიან შემდეგნაირად $i = 1, 2$

$$F_3^{(1)} = (-1)^i \cdot 4\pi \cdot c_2 \cdot \mu^0 \cdot r_1^0 \cdot l; \quad M_3^{(1)} = (-1)^i \cdot 4\pi \cdot c_3 \cdot \mu^0 \cdot r_2^0 \cdot l; \quad (6)$$

c_2 და c_3 მუდმივები დაკავშირებულები არიან როგორც ამ გამოსახულებებიდან ჩანს $F_3^{(1)}$ ძალებთან და $M_3^{(1)}$ მომენტთან.

$$P(a) = -q_1 - 2\lambda^{-2} \left(Q^{-2} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial I_c} + (1 + \psi^2 a^2 + \lambda^2 \cdot Q^{-2}) \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} \right) + \\ + 2\lambda^{-1} \cdot \int_1^a \left[(1 - \lambda^{-2} \cdot Q^{-4} + a^2 (\alpha^{I^2} + \psi^2)) \right] + \\ + \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} (\lambda^2 Q^{-4} + W^{I^2} + a^2 (\psi \cdot W^I - \lambda \alpha^I)^2) \Big] \frac{\partial a}{a} \quad (7)$$

აქ q_1 გამოსახავს ცილინდრის შიგა ზედაპირზე მოდებულ თანაბრად განაწილებულ წნევას. დერძული ძალა და მგრესავი მომენტი, რომლებიც ცილინდრის განივ კვეთზე არიან მოდებული გამოითვლებიან შემდეგი ფორმულებით:

$$F_3^{(2)} = 2\pi \cdot r_2^0 \int_1^3 \left(\frac{\partial \varphi}{\partial \lambda} + \lambda^{-1} \cdot P \right) a \cdot da; \\ M_3^{(2)} = 2\pi \cdot r_2^0 \int_1^3 \frac{\partial \varphi}{\partial \psi} a \cdot da \quad (8)$$

ამ ტოლობებში

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \lambda} = 2 \left\{ \lambda \frac{\partial \varphi}{\partial I_c} + [\lambda \cdot Q^2 + \lambda^{-1} \cdot Q^{-2} + a^2 \cdot Q^2 \cdot V^I (\lambda \alpha^I - \psi \cdot W^I)] \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} \right\} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial \psi} = 2a^2 \cdot Q^2 \left\{ \psi \frac{\partial \varphi}{\partial I_c} + [\psi \cdot \lambda^{-2} \cdot Q^{-2} + W^I (\psi W^I - \lambda \alpha^I)] \frac{\partial \varphi}{\partial \Pi_c} \right\}$$

მიღებული გამოსახულებების გამოყენებით შესაძლებელია ამოცანათა მთელი კლასის განხილვა. ეს ეხება როგორც იზოტროპულ, ასევე ანიზოტროპული მასალისაგან დამზადებულ სქელკედლიან ცილინდრებს რთული სახის დეფორმაციის პირობებში გაანგარიშების შემთხვევაში.

3. დასკვნა

მიღებული გამოსახულებებით შესაძლებელია როგორც იზოტროპული, ასევე ანიზოტროპული მასალისაგან დამზადებული სქელკედლიანი ცილინდრების გაანგარიშება რთული სახის დეფორმაციის შემთხვევაში.

ლიტერატურა

1. Green A.E. Theoretical Elasticity. Oxford: Glarendon – press. p. 184
2. თ. ბაციკაძე, ნ.მურდულია, ჯ.ნიჟარაძე. “სქელკედლიანი დრუტანიანი ცილინდრული გარსის მზიდუნარიანობა გარე და შიგა დაწნევის მოქმედებისას. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა” № 4(19) 2010წ. თბილისი
3. თ. ბაციკაძე, ნ.მურდულია, ჯ.ნიჟარაძე “მთელ ზედაპირზე დატვირთული ორთოტროპული ცილინდრის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის გამოკვლევა” სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა” №4(27) 2012 წ.

სასურველი აკუსტიკისა და ბგერის მაღალი იზოლაციის
ხარისხის მიღწემის შესაძლებლობები

მ. ჯავახიშვილი, ჯ. სამხარაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175 თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ადამიანზე ხმაურის ზემოქმედების უარყოფითი ასპექტები და შეფასებულია სასურველი აკუსტიკისა და ბგერის მაღალი იზოლაციის შექმნის შესაძლებლობები.

საკვანძო სიტყვები: ხმაური, აკუსტიკა, აკუსტიკური მასალები.

1. შესავალი

ხმაური ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრების მეტად არასასიამოვნო თანამგზავრია. ჩვენი სახლი, ოფისი, უნივერსიტეტი, სკოლა, სავაჭრო ცენტრი თუ სხვადასხვა დანიშნულების შენობები, სადაც შეიძლება ყოველდღიურად გვიწვედეს გარკვეული დროით ყოფნა, სავსეა სხვადასხვა ტიპის არასასიამოვნო ხმებით, ეს შეიძლება იყოს კარის, ლიფტის, ონკანის, მაცივრის, სარეცხი მანქანის, კონდიციონერის, სავენტილაციო სისტემის, ქუჩიდან მანქანების ხმაური თუ მრავალი სხვა.

დადგენილია რომ, თეორიულადაც კი არამართებულია იმის დაშვება, გვქონდეს მოლოდინი იმისა, რომ თქვენი მეზობელი მოიქცევა განსაკუთრებით ფრთხილად და იმოქმედებს ჩუმად, თუ თქვენსა და თქვენი მეზობლის სახლს შორის არის არასაკმარისი ბგერაიზოლაცია.

როდესაც თქვენ არ მოგწონთ შენობის ან სივრცის დიზაინი, შესაძლოა დახუჭოთ თვალები, თუმცა თუ თქვენ არ მოგწონთ ხმაური, შეუძლებელია „დახუჭოთ“ ყურები.

2. ძირითადი ნაწილი

აღბათ, ძალიან ხშირად გვსმენია ორი ერთმანეთის მსგავსი ტერმინი: ხმა და ხმაური, რომლებიც თითქოს ერთმანეთის მსგავსია, მაგრამ სინამდვილეში თავისი მნიშვნელობითა და ზემოქმედების ხარისხით ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავდება. ხმა ეს არის ფიზიკური მოვლენა, რომელიც გამოწვეულია გარემოში არსებული ნაწილაკების მოძრაობის რხევით. ხმის რხევებს აქვს განსაზღვრული ამპლიტუდა და სიხშირე. ადამიანს კი აქვს შესაძლებლობა აღიქვას ხმები განსხვავებული ამპლიტუდით. ზოგადად ადამიანის ყურით აღქმული სიხშირეები განლაგებულია 20-20000ჰც სიხშირის დიაპაზონში.

ხმისგან განსხვავებით, რომელსაც ახასიათებს უწყვეტი და რეგულარული ვიბრაციები, ხმაური არის ნებისმიერი არასასურველი ბგერა ან სხვადასხვა სიხშირისა და ინტენსივობის ბგერების უწყვეტი ქაოტური ნარევი, რომელიც, სხვა თანაბარ პირობებში, ხელს უშლის სასარგებლო ბგერითი სიგნალის (მუსიკის, საუბრის) აღქმას და იწვევს ადამიანის ორგანიზმზე არასასურველ, გამაღიზიანებელ მოქმედებას. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ ხმაურად შესაძლოა ჩაითვალოს უსიამოვნო ხმა, რომელიც იწვევს ჩვენს შეწუხებას.

ადამიანის სმენის ქვედა ზღვარი არის დაახლოებით 5 დბ. ჩვეულებრივ საუბრის ხმა არის დაახლოებით 65 დეციბელი. საშუალოდ 35-60 დბ დიაპაზონში ხმაურის ზემოქმედება ადამიანზე მეტად ინდივიდუალურია, 70-90 დბ ხმაურის ხანგრძლივი ზემოქმედების შედეგად კი ხდება ნერვული სისტემის დაავადებების წარმოქმნა, ხოლო

-

«

»

როდესაც ხმაური 100დბ-ზე მეტია ამან შეიძლება ადამიანის დაყრუებაც კი გამოიწვიოს. 150 დბ ხმამ კი შესაძლოა გამოიწვიოს სმენის მომენტალური დაზიანება.

ხმაურის ადამიანზე ზემოქმედების დონის მიხედვით შესაძლოა მოვახდინოთ მისი კლასიფიკაცია შემდეგ დონეებად:

I დონე, ეს არის ხმაურის ისეთი სიდიდე, რომელიც არ იწვევს ადამიანზე პირდაპირ ან ირიბ უარყოფით მოქმედებას, არ აქვეითებს მის მუშაობის უნარს, არ მოქმედებს უარყოფითად მის თვითგრძნობასა და განწყობაზე, არ იწვევს ხმაურის მიმართ მგრძობიარე სისტემის ფუნქციური სისტემის არსებით ცვლილებას.

II დონე, უარყოფითი გავლენა ჯანმრთელობასა და ცხოვრების ხარისხზე

III დონე-მნიშვნელოვანი/საგრძნობი უარყოფითი ზეგავლენა ჯანმრთელობასა და ცხოვრების ხარისხზე

ხმაურის ადამიანზე ზემოქმედების ხარისხი დამოკიდებულია შემდეგ მთელ რიგ პარამეტრებზე:

- ხანგრძლივობა

- განმეორებადობა

სიხშირე (მაღალ და დაბალ სიხშირეებზე ხმაური გაცილებით შემაწუხებელია ვიდრე საშუალო სიხშირის ხმაური)

დროის მონაკვეთი (დამის განმავლობაში ხმაური გაცილებით შემაწუხებელია ვიდრე სხვა დროის მონაკვეთებში)

ზოგადად ინდივიდუალის მგრძობელობა ხმაურის მიმართ. დადგენილია, რომ მოსახლეობის 30% ხასიათდება ხმაურისადმი მომატებული მგრძობელობით, 60% ნორმალური მგრძობელობით, ხოლო 10% დაბალი მგრძობელობით.

ბევრი ადამიანი შეიძლება ფიქრობდეს რომ ბგერის ნორმალურ გავრცელებასა და ბგერაიზოლაციაზე შესაძლოა ვიფიქროთ მხოლოდ თეატრების, საკონცერტო დარბაზების, ხმის ჩამწერი სტუდიების და სხვა მსგავსი ტიპის ნაგებობების მშენებლობისას, რაც გარკვეულწილად სიმართლეა, რადგან სწორედ ასეთი ტიპის დაწესებულებებში ისე უნდა იყოს ხმები დაბალანსებული რომ თითოეულ მსმენელამდე ხმა მიდიოდეს იმ ტონით და ტემპით როგორც ისმის სცენაზე, თუმცა ეს ფაქტი არ ნიშნავს იმას, რომ ჩვეულებრივი საცხოვრებელი სახლის მშენებლობისას უგულებელყოფილ იქნას ბგერის იზოლაცია და მისი სასურველი განაწილება, რადგან როდესაც ხმაურის დონე მეტია ვიდრე დასაშვები ნორმა, და გვაქვს ხმაურის ხანგრძლივი და ინტენსიური ზემოქმედება ჩვენს ორგანიზმზე შესაძლოა ამან გამოიწვიოს მთელი რიგი უარყოფითი შედეგები:

- დაძაბულობა, ყურადღების ფუნქციის დაქვეითება

- ძილის რეჟიმის დარღვევა

- მღელვარება/ნერვოზი/გადიზიანებადობა

- სტრესულ სიგნალებზე ფიზიოლოგიური რეაქციების შეცვლა

- შრომისუნარიანობის/პროდუქტიულობის შემცირება/გადაღლილობა

- სმენის ორგანოს დაფის აპკის დაზიანება ან სმენის პრობლემები, სმენის ფუნქციის დაზიანება, სმენითი მგრძობელობისა და სმენის დროებითი ან მუდმივი დაკარგვა

- სისხლის წნევის მომატება

- ფსიქოლოგიური ტრავმები

- ფსიქიკური და სომატური ჯანმრთელობის დარღვევა.

-

«

»

უნდა აღინიშნოს ის გარემოება, რომ ხმაური ზოგადად კი არ მოქმედებს კონკრეტულად ერთ რაიმეზე (მაგალითად სმენის დაქვეითება), არამედ იწვევს მთლიანად ჩვენს ორგანიზმში უარყოფით ცვლილებებს. იგი პირველ რიგში მოქმედებს თავის ტვინის სტრუქტურაზე. ხმაურის მოქმედების შედეგად ცვლილებები ყველაზე ადრე ვლინდება ნერვულ სისტემაში: აღინიშნება თავის ტკივილი, პერიოდული ხასიათის თავბრუ, მეხსიერების დაქვეითება, მომატებული მოქანცვა, ემოციური არამდგრადობა, ძილის რეჟიმის დარღვევა, ტკივილი გულ-მკერდის არეში და სხვა. ხმაურის მოქმედების შედეგად ცვლილებები გულ-სისხლძარღვთა სისტემაში ძირითადად კარდიალური და ჰიპერტენზიული ტიპის ნეიროციტოკულარული დისტონიის სინდრომის სახით ვლინდება. ხმაურის მომატება იწვევს აგრეთვე ორგანიზმის იმუნოლოგიური აქტივობის, საერთო რეზისტენტობის დაქვეითებას, რაც ავადობის დონის ზრდით ვლინდება.

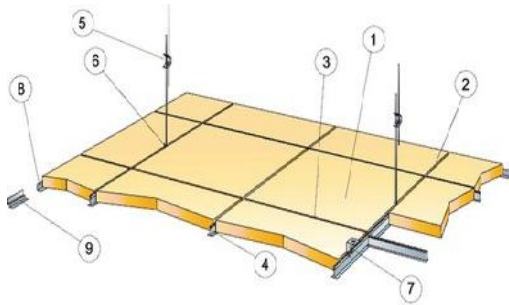
მას შემდეგ რაც დეტალურად აღვწერეთ ხმაურისგან გამოწვეული არასასურველი ნეგატიურ ასპექტები, ალბათ ყველაზე სექსტიკურად განწყობილი ადამიანიც კი დარწმუნდებოდა იმაში, თუ რაოდენ აუცილებელია და მკაცრად რეკომენდირებულია ჩვენს შენობებში, ოთახებში თუ სამუშაო სივრცეებში სასიამოვნო აკუსტიკური გარემოს შექმნა. იმისათვის რომ შევქმნათ სასურველი აკუსტიკური გარემო, მივიღოთ მაღალი ბგერის იზოლაციის ხარისხი და ჩვენი მდგომარეობა არ იყოს ფოტოზე მოცემული სიტუაციების მსგავსი:



აუცილებელია ვიფიქროთ ჩვენი შენობების მოწყობისას გამოვიყენოთ აკუსტიკური მასალები, რადგან სწორედ ასეთი ტიპის მასალები არიან განკუთვნილი შენობაში ხმის ტალღების გავრცელების ხასიათის დადებითად შეცვლისა და ბგერაიზოლაციისთვის.

სასურველი და ზომიერი აკუსტიკური გარემოს მიღწევა არ არის მარტივი და მნიშვნელოვანია კომპლექსური მიდგომის გამოყენება.

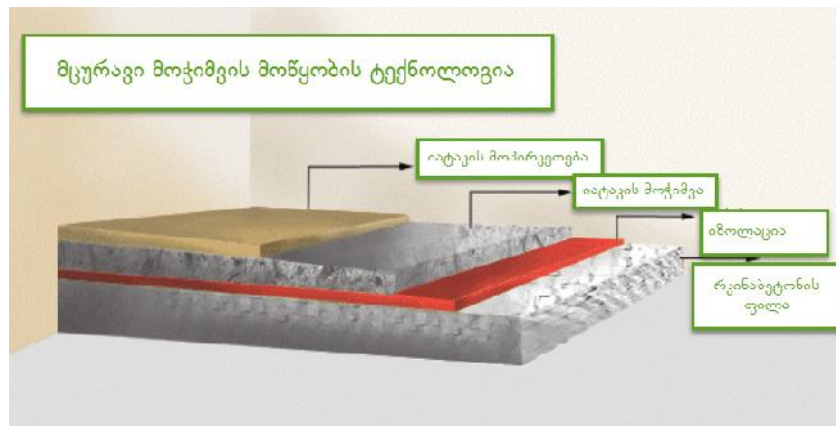
თანამედროვე სამშენებლო პროექტების მეტად პოპულარული მეთოდია შეკიდული აკუსტიკური ჭერის მოწყობა, სადაც ჭერისთვის გათვალისწინებული აკუსტიკური ფილების მონტაჟი ხდება სპეციალურ ლითონის კარკასზე, გარდა იმისა, რომ საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ შედარებით კარგი აკუსტიკური გარემო, ამავედროულად გვაქვს საშუალება მოვახდინოთ შეკიდული ჭერის მიღმა ჰაერსატარების, კაბელების, კაბელ-არხების, მილგაყვანილობების, ჭერში შესმული განათებების, გათბობა-კონდიციონერების-ვენტილაციის შიდა დანადგარებისა და სხვა ძირითადი საინჟინრო სისტემების ნაწილების მონტაჟი.



აკუსტიკური შეიღული ჭერის გარდა ჩვენი სივრცის მოსაწყობად შესაძლოა გამოყენებული იქნას კედლის აკუსტიკური დეკორატიული პანელები, როლებიც ევროპასა და ამერიკაში საკმაოდ პოპულარული გადაწყვეტაა, რომელთა ხმის შთანთქმის კოეფიციენტი მერყეობს 0.70–0.95–ის ფარგლებში.

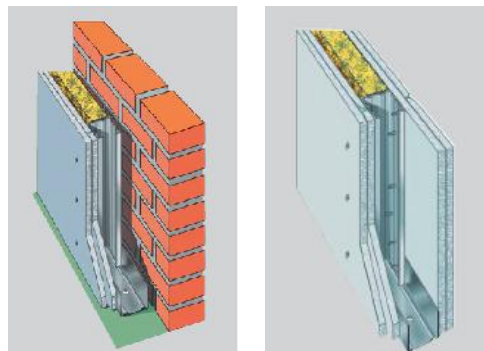


მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენი სივრცე შეიძლება აღჭურვილი იყოს ძალიან ძვირადღირებული აკუსტიკური ჭერით თუ აკუსტიკური კედლის პანელებით, არსებობს საკმაოდ დიდი ალბათობა იმისა, რომ მაინც ვერ მივიღოთ დაგეგმილი აკუსტიკის დონე, რადგან სივრცის მოწყობისთვის გარდა იმისა რომ უნდა გამოვიყენოთ ბგერის მშთანთქმელი მასალები, საჭიროა მთელი რიგი გადაწყვეტები შევიმუშაოთ, რათა თავიდან ავიცილოთ სტრუქტურული ხმაური, რასაც ნამდვილად ვერ „შევაჩერებთ“ მხოლოდ ბგერის მშთანთქმელი მასალებით. ერთ-ერთი შესაძლო ტექნიკური გადაწყვეტაა ე. წ. მცურავი იატაკის (ლოატინგ შცრეედ) მოწყობა, რომლის მთავარი პრინციპი მდგომარეობს იმაში რომ იატაკის შემადგენელ კონსტრუქციასა და შენობის კონსტრუქციას შორის არსებობს გამყოფი მასალა, რაც საშუალებას არ აძლევს ხმაურს, გავრცელდეს ერთი სივრციდან მეორეში. მარტივად რომ წარმოვიდგინოთ თუ პირდაპირ რკინაბეტონის ფილაზე მოვაწყობთ იატაკის მოჭიმვას და შემდეგ მოვაპირკეთებთ მას, აღმოჩნდება რომ მივიღებთ ერთიან სტრუქტურას, რაც ყოველგვარი წყვეტის გარეშე გაატარებს ერთ ადგილას დარტყმით წარმოქმნილ ხმას და მისი გავრცელებისთვის ფაქტიურად ბარიერი არ იარსებებს. მაგრამ თუ ჩვენ მოვახდენთ მცურავი იატაკის პრინციპის უზრუნველყოფას, მაშინ ერთის მხრივ კონსტრუქცია აღარ იქნება ერთიანი, და მეორეს მხრივ ბგერასაიზოლაციო მასალის გამოყენებით ჩვენ მივაღწევთ იმას რომ დარტყმით წარმოქმნილი ხმაურის შთანთქმა მოხდება და ამავედროულად არც ქვედა სართულზე მყოფს შეაწუხებს ხმაური.



თუმცა ჩვენი მიზანი მხოლოდ ამით ვერ იქნება მიღწეული, რადგან თუ მოჭიმვაში არ მოხდება გარკვეული წყვეტები, რაც ყველაზე ხშირად დაშვებული შეცდომაა მშენებლობაში, მაშინ ერთ სივრცეში წარმოქმნილი სტრუქტურული ხმაური ძალიან მარტივად გავრცელდება მეორეში.

მნიშვნელოვანია ასევე კედლების ბგერა იზოლაციის საკითხიც, რადგან ბგერის დიდი ნაწილის გავრცელება სათავსოში სწორედ კედლების/ტიხრების მეშვეობით ხდება. ტრადიციული მეთოდებისგან განსხვავებით, როდესაც ხდებოდა ბლოკის კედლის მონტაჟი და შემდეგ ღესვა, შეგვიძლია გამოვიყენოთ გაცილებით უკეთესი მეთოდი, კერძოდ თაბაშირმუყაოს ფილებით მოპირკეთება, როდესაც თაბაშირმუყაოს ფილასა და მთავარ კონსტრუქციას შორის არის ბგერა საიზოლაციო მასალა გამოყენებული.



მრავალშრიანი სტრუქტურა საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ ხმის შემცირება გაცილებით ეფექტურად, ვიდრე ამას შევძლებდით ერთშრიანი სტრუქტურის შემთხვევაში. მნიშვნელოვანია გავითვალისწინოთ კედლების შეერთება ტიხართან და ჭერის შეერთება ტიხართან/კედლთან.

აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ როგორც იატაკის ასევე ტიხრების მოწყობისას მეტად მნიშვნელოვანია ყურადღება მიექცეს იმას რომ დამონტაჟებული იქნას ხმის საიზოლაციო ლენტი შეერთების ადგილებში, რაც უზრუნველყოფს კონსტრუქციულ წყვეტას და საშუალებას აღარ აძლევს ხმას გავრცელდეს და მოედოს სხვა ზედაპირებს.

3.დასკვნა

თანამედროვე მსოფლიოს სამშენებლო ინდუსტრიის პირობებში, როდესაც მილიონობით დოლარის ინვესტირება ხდება და ვითარდება ახალ-ახალი დახვეწილი აკუსტიკური სამშენებლო მასალები, ხმაურის კონტროლის წარმატებული გადაწყვეტის მნიშვნელოვანი შემადგენელი კომპონენტი არის მხოლოდ და მხოლოდ ჩვენი

-

«

»

სურვილი, რომ უზრუნველყოთ ხმაურის კონტროლი. ამიტომ ყველაზე ეფექტური და რაციონალური გზაა, რომ შენობის მოწყობისას ყურადღება გავამახვილოთ დეკორატიული იერსახის მქონე აკუსტიკური მასალების გამოყენებაზე. საბოლოო ჯამში კი, აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალების გამოყენებით ჩვენ მივიღებთ სიტუაციას, როდესაც ჩვენი ორივე მიზანი, ლამაზი დიზაინი და სასურველი აკუსტიკა, მიღწეული იქნება.

არ აქვს მნიშვნელობა თუ რომელ ქვეყანაში ხდება მოქმედება, ყოველთვის როდესაც საქმე გვაქვს არასაკმარის ბგერაიზოლაციასთან და არასასურველ აკუსტიკასთან, მაშინ შედეგი არის ერთი და იგივე. ასევე, საერთოდ არ აქვს მნიშვნელობა, ჩვენ ვართ ინვესტორი, სამშენებლო კომპანია, დეველოპერი, არქიტექტორი, დამსაქმებელი თუ სხვა, ყოველთვის კრიტიკულად მნიშვნელოვანია რომ თავიდანვე ვიფიქროთ არა მხოლოდ იმაზე, რომ გვქონდეს გამორჩეული ინოვაციური და კარგი დახვეწილი დიზაინის შენობა, არამედ ამავდროულად ვიფიქროთ იმაზე თუ როგორ უზრუნველყოთ შენობის შიგნით სივრცეების ისეთი აკუსტიკურად დაბალანსებული გარემოს შექმნა, რაც მაქსიმალურად სასიამოვნო იქნება იქ მყოფი, მცხოვრები თუ უბრალოდ დასაქმებული ადამიანებისთვის. წინააღმდეგ შემთხვევაში, სხვა თანაბარ პირობებში, ჭკვიანი ინვესტორსაც კი, რომელიც ფიქრობს გრძელვადიან პერსპექტივაზე, აშკარად გაუჭირდება პროდუქტების (ობიექტი) გაყიდვა, ან შედარებით ნაკლებ ფასად მოუწევს მისი რეალიზაცია, რამეთუ გარკვეული დროის შემდეგ ბინის მფლობელები აუცილებლად შეწუხდებიან მეზობელი კედლიდან შემოსული ხმაურის გამო და შესაბამისად მიმართავენ ინვესტორებს, შედეგად მათი რეპუტაცია აშკარად შემცირდება. იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც უბრალოდ დამსაქმებელი ხართ და არანაირი კავშირში არ ხართ შენობის ფლობასთან, თქვენი დასაქმებული ადამიანების შრომის ნაყოფიერების შემცირების გამო თქვენ აშკარად ვერ ნახავთ იმ მოგებას, რომელიც დაგეგმეთ.

ლიტერატურა

1. Carl Hopkins, Sound Insulation, Butterworth-Heinemann, 2007, 622p
2. Tor Erik Vigran, Building Acoustics, Taylor & Francis, Jul 31, 2008, 364p
3. Heinrich Kuttruff, Room Acoustics, 4th Edition, CRC Press, Aug 3, 2000, 368p
4. Michael Möser, Engineering Acoustics, Springer Science & Business Media, Sep 1, 2009, 536p
5. Malcom j. Crocker, Noise and Vibration Control, John Wiley & Sons, Inc, 2007, 1570p

**რკინაბეტონის წრიულ ზედაპირზე მაღალი ღიობების მოწყობის
ტექნოლოგიური გადაწყვეტა**

0. ძვარაია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.№77, 0175;
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია, რკინაბეტონის წრიულ ზედაპირზე მაღალი ღიობების მოწყობის ტექნოლოგიური პროცესი, რომელიც წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნეს სხვა მსგავსი სამუშაოების შესრულების დროს.

საკვანძო სიტყვები: ყალიბი, ბეტონი, რკინაბეტონი, არმატურა, ღიობი დაბეტონება, მონტაჟი, დემონტაჟი, სარკმელი.

1. შესავალი

წრიული ზრდაპირის მქონე რკინაბეტონის შენობა-ნაგებობების ადების დროს ხშირად საჭირო ხდება მთელ მის პერიმეტრზე სარკმლების ან სპეციალური დანიშნულების მნიშვნელოვანი ღიობების მოწყობა. ამ დროს, დაბეტონების სამუშაოების გამარტივების მიზნით სასურველია მოხდეს მთლიანი საყალიბე სისტემების დამონტაჟება, ამ სიცარიელების გათვალისწინებით. ტექნოლოგიურად მსგავსი ყალიბების მოწყობა დიდ სირთულეებთან არ არის დაკავშირებული, მაგრამ პრობლემები იქმნება ღიობების ზუსტი ზომების დაცვასთან და მათ ერთ დონეზე და სიმაღლეზე განლაგებასთან დაკავშირებით. სამშენებლო პრაქტიკაში განსაკუთრებით ხშირად ხდება საჭირო ამ ტიპის სამუშაოების შესრულება ტაძრებისა და ეკლესიების მონოლითური გუმბათის ყელის მოწყობისას და ყველა კონკრეტული შემთხვევა მოითხოვს ყალიბების მოწყობისა და კედლის დაბეტონების თავისებურ გადაწყვეტას.

2. ძირითადი ნაწილი

ქ. თბილისში, მახათას მთაზე მშენებარე ივერიის ღვთისმშობლის ხატის სახელობის ტაძარი, გუმბათის ყელის კონსტრუქციითაც გამორჩეულია.



ნახ.1. კედლის არმატურის კარკასების მოწყობა



ნახ.2 არმატურის კარკასებს შორის სარკმლის ყალიბების მონტაჟი



ნახ.3. შიგა ნახევრადწრიული საყალიბე ფარის მონტაჟი



ნახ.4. დაბეტონებული წრიული რკინაბეტონის კედელი სარკმლებით

-

«

»

გუმბათის ყელის გარშემო განთავსებულია 20 სარკმელი, რაც მათი სიმრავლით გამონაკლისი შემთხვევაა. გუმბათის ყელის რკინაბეტონის მონოლითური ნაწილის შესრულებისას სარკმლების განთავსების სიზუსტის დასაცავად წინასწარ აიგო ოცივე სარკმელის ერთნაირი ზომის, ყუთისებრი ფორმის ასაწყობი ყალიბი, რომელიც სამი ნაწილისაგან შედგებოდა. შესაბამისად, სიმაღლეში სამ ეტაპად უნდა განხორციელებულიყო დაბეტონება.

ტექნოლოგიური პროცესის გამარტივების მიზნით გადაწყდა წრიული კედლის შიგა მხრიდან ნახევარწრიული მოხაზულობის მთლიანი საყალიბე ფარის აგება, რომელიც უზრუნველყოფდა ბეტონის შიგა ზედაპირის სისწორეს. დაბეტონების შემდეგ ადვილი იყო ასეთი ყალიბის დემონტაჟი და ზედმეტი დანახარჯების გარეშე ხდებოდა მისი მრავალჯერადი გამოყენება, როდესაც სარკმლების ყალიბები გამოხსნისას მთლიანად დაშლას მოითხოვდნენ..

სამშენებლო პროცესი შემდეგი თანმიმდევრობით განხორციელდა:

1. წრიული კედლის პერიმეტრის ნახევარზე, გეოდეზიური კოორდინატებისა და ნიშნულების დაცვით ეწყობოდა არმატურის კარკასები, რომლებიც დაბეტონების ყოველ ეტაპზე, ერთმანეთზე გადაბმით გრძელდებოდა სიმაღლეში (ნახ.1);
2. არმატურის კარკასებს შორის იდგმებოდა სარკმლების ყალიბები, რომელთა სისწორეც ასევე განსაკუთრებით მოწმდებოდა ყველა ეტაპზე (ნახ.2);
3. ნახევარწრიული შიგა საყალიბე ფარის ძალოვან ხარახოებზე დადგმის, გასწორებისა და დამაგრების შემდეგ მასზე მჭიდროდ მაგრდებოდა სარკმლის ყალიბები;
4. გარედან მისადგმელი საყალიბე ფარები, გამჭოლი ღეროებით უკავშირდებოდნენ და მაგრდებოდნენ შიგა ყალიბთან. მათ შორის ექცეოდა სარკმლის ყალიბები;
5. საყალიბე სისტემის სათანადო დამაგრების და სიზუსტის შემოწმების შემდეგ ხდებოდა კედლის ნახევარწრის დაბეტონება (ნახ.3);

აღნიშნული თანმიმდევრობით ხდებოდა ჯერ წრიული კედლის მეორე ნახევარის მოწყობა, ხოლო შემდეგ იგივე მეორდებოდა ვერტიკალური მიმართულებით ედაბეტონების ეტაპების შესრულებისას (ნახ.4).

3. დასკვნა

წრიული მოხაზულობის რკინაბეტონის სარკმლებიანი კედლების აგების ტექნოლოგიური პროცესი, მნიშვნელოვნად მარტივდება, კედლის შიგა მხრიდან ნახევარწრიული საყალიბე ფარის გამოყენებით. იგი იძლევა კედლის არმატურის კარკასებს შორის საჭირო ღიობების ზუსტად მოწყობის და მათი დამაგრების კარგ საშუალებას. გარდა ამისა, დაბეტონების შემდეგ ადვილია მისი დემონტაჟი და შესაძლებელია მრავალჯერადი გამოყენება.

ლიტერატურა

1. ი. ქვარაია, თ. დვალიშვილი, შ. ყანჩაშვილი. მარტივი მოძრავი კვანძების მოწყობა რკინაბეტონის საყალიბე სისტემების აგების დროს სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა”. №4(39), გვ. 54-56.

მთის ქანების ფერდობის მდგრადობაზე
ბაანბარიშება ზღვრული დაძაბული მდგომარეობის მეთოდით

ტ. კვიციანი

(საინჟინრო მექანიკისა და მშენებლობაში ტექნიკური ექსპერტიზის
დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი,
კოსტავას 77).

რეზიუმე: განხილულია ფხვიერი გარემოს ზღვრული დაძაბულობის თეორიის ბრტყელი ამოცანა. გამოყენებულია დრეკადობის თედრიის დაძაბული მდგომარეობაში ნებისმიერად წრფივად დეფორმირებადი სხეულებისათვის წონასწორობის კერძოწარმოებულიანი დიფერენციალური განტოლებათა სისტემა. მიღებულია დაცურების წირის გასწვრივ მახასიათებლებისათვის ჩვევლებრივი დიფერენციალური განტოლებათა სისტემა, ხოლო სასრული სხვაობებით აღვებრული განტოლებათა სისტემა, რომლიც საშვალეებას იძლევა მიახლოებით განვსაზღვროთ უცნობი სიდიდეები, აგრეთვე მინიმალური და მაქსიმალური დაძაბული მდგომარეობის ჯდენისა და ამობურცვის ზონები.

საკვანძო სიტყვები: ფერდო, მდგრადობა, ზღვრული წონასწორობა, დაცურები წირი, დიფერენციალური განტოლება.

1. შუსავალი

საინჟინრო პრაქტიკაში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ბუნებრივი ფერდობის მდგრადობის შემოწმების, გრუნტის მასების ჩამოშვებისა და მეწყერული ხასიათის მოვლენების წარმოშობის პროგნოზების ამოცანების გადაჭრას, რომლსაც საფუძვლად უდევს გრუნტების ზღვრული დაძაბული მდგომარეობის თეორია. მათ ამოსახსნელად ჯერჯერობით იყენებენ გამარტივებულ ხერხებს, როდესაც გრუნტის გადაადგილების ზედაპირის ფორმა დგინდება არა მკაცრი მათემატიკური სიზუსტით, ზღვრული დაძაბულობის თეორიის მეშვეობით, არამედ წინასწარ გარკვეული დაშვებებით. ასეთ ამოცანებში გრუნტების გადაადგილების ზედაპირის ფორმა ან განსაზღვრულია ბუნებრივი პირობებით, ან დაინიშნება პრაქტიკით მიღებული გამოცდილების საფუძველზე [1].

ზღვრული წონასწორობის ძირითად პირობას ფერდოს მასივის (კარიერის ბორტის) ნებისმიერ სიბრტყეზე აქვს შემდეგი სახე [2]:

$$\ddagger = \{ (\ddagger_n) \}, \quad (1)$$

სადაც, τ და σ_n მხები და ნორმალური ძაბვებია მოცემულ სიბრტყეზე.

განვიხილათ ბრტყელი დაძაბული მდგომარეობის შემთხვევას, როცა ძალები მოქმედებენ ერთ სიბრტყეზე მდებარე ორი წრფის მიმართულებით და ერთი მთავარი ძაბვა ნულის ტოლია.

როგორც წესი, მთის ქანები ყველა მხრიდან კუმშვის პირობებში იმყოფება მოცულობით დაძაბულ მდგომარეობაში, ამიტომ მკუმშავ ძაბვებს დადებითი ნიშანი აქვს. მაქსიმალური მთავარი ძაბვა აღინიშნება σ_1 -ით, მინიმალური σ_3 -ით და საშუალო σ_2 -ით.

ფერდობის მდგრადობის თეორიული გაანგარიშების მექანიკო-მათემატიკურ საფუძველს წარმოადგენს გრუნტის მასის ან ე.წ. ფხვიერი გარემოს ზღვრული წონასწორობის თეორია.

-

«

»

ფხვიერი გარემოს ზღვრული წონასწორობის თეორიაში განიხილება ერთმანეთისაგან მეთოდით და გადაწყვეტილებით პრინციპულად განსხვავებული ორი ძირითადი ამოცანა:

1) ამოცანა, რომელშიც მასივის რომელიღაცა მიდამოს ნებისმიერ წერტილში დაკმაყოფილებულია ზღვრული წონასწორობის პირობა;

2) ამოცანა, რომელშიც მასივის ნებისმიერ წერტილში არ არის დაკმაყოფილებული ზღვრული წონასწორობის პირობა, არამედ კმაყოფილდება მხოლოდ მის შიგა საზღვარზე.

პირველი ჯგუფის ამოცანების გადაწყვეტის მეთოდს ეწოდება ფხვიერი გარემოს ზღვრული დაძაბული მდგომარეობის მეთოდი, ხოლო მეორეს - ფხვიერი გარემოს ზღვრული წონასწორობის მეთოდი.

პირველი მეთოდის განვითარება თანამედროვე სახით მიღებულია მეცნიერების ვ. ვ. სოკოლოვსკის და ს. ს. გოლუშკევიჩის მიერ [2].

2. ძირითადი ნაწილი

ამოცანების ზღვრული დაძაბული მდგომარეობის მეთოდით ამოხსნა საგრძნობლად მარტივდება, თუ BC წრფეს (ნახ.1) გავაგრძელებთ აბსცისთა ღერძთან გადაკვეთამდე და O' წერტილს განვიხილათ, როგორც პირობითი (დაყვანილი) ძაბვების სიდიდეების სათავეს. σ_n -ის გადატანა O-დან O' წერტილში ზრდის ნორმალურ ძაბვებს სიდიდით:

$$H = Kctg \dots \quad (2)$$

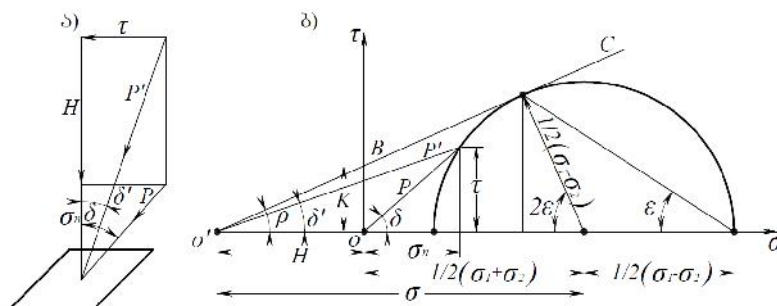
ეს დამოკიდულობა ფართოდ გამოიყენება ზღვრული წონასწორობის მდგომარეობის მეთოდით ამოცანების ამოხსნის დროს. როგორც 1 ნახაზიდან ჩანს კოორდინატთა სათავეს O' წერტილში გადატანა არ ცვლის მხები ძაბვების სიდიდეს, ხოლო ნორმალური ძაბვები H მონაკვეთით იზრდება. ამოცანის ამოხსნა საგრძნობლად მარტივდება, თუ ვისარგებლებთ პირობითი (დაყვანილი) ძაბვების საშუალო სიდიდით:

$$\bar{\tau} = H + \frac{1}{2}(\tau_1 + \tau_3) \quad (3)$$

ამ შემთხვევაში ზღვრული წონასწორობის პირობა უმარტივეს სახეს მიიღებს

$$\frac{1}{2}(\tau_1 + \tau_3) = \bar{\tau} \sin \dots \quad (4)$$

$$\bar{\tau} = \frac{1}{2} \bar{\tau} \sin 2 \dots \quad (5)$$



ნახ.1. დამოკიდებულება ნამდვილ და პირობით ძაბვებს შორის:

ა - პირობითი ძაბვები სიბრტყეზე; ბ - პირობითი ძაბვები გრაფიკზე.

-

«

»

ვ. ვ. სოკოლოვსკი და სხვა მრავალი ავტორი H მონაკვეთს ყველამხრივი თანაბარი გაჭიმვის დროს დროებით წინაღობას უწოდებენ [2]. სინამდვილეში ექსპერიმენტალური მონაცემები და თეორიული მოსაზრებები აჩვენებს, რომ მთის ქანებს, რომლებიც წარმოადგენენ მყიფე მასალას, აგლეჯვაზე წინაღობის ასეთი სიდიდე არ უნდა ჰქონდეს.

თუ ამ მასალებს ჩავაყენებთ ყოველმხრივ თანაბარ გაჭიმვის პირობებში, მაშინ სხვადასხვა ნიშნის მხები დაბევები ერთმანეთს გააბათილებენ და რღვევას გამოიწვევს არა ის ძალები, რომლებიც ერთდერძა კუმშვის დროს ნიშნის რღვევას იწვევს, არამედ ნორმალური უდიდესი ძალებით გამოწვეული აგლეჯვა. მასალის ყველამხრივი გაჭიმვა არ იწვევს უდიდეს გამჭიმავ მთავარი ძაბვის სიდიდის ცვლილებას, მაგრამ ამცირებს მხები ძაბვების სიდიდეებს და ხელს უწყობს პლასტიკური მასალების რღვევას აგლეჯვაზე.

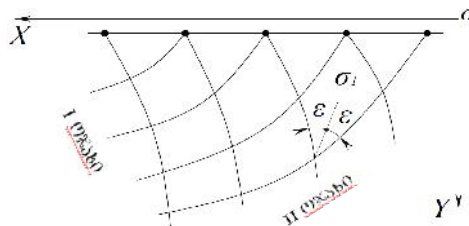
მყიფე მასალები ირღვევიან ერთდერძა კუმშვის დროსაც (და ასევე ძვრით, გამოწვეული უმნიშვნელო სიდიდის ნორმალური ძაბვებითაც) ნორმალური გამჭიმავი ძაბვების მიმართულებით სიბრტყეებზე აგლეჯვით. გვერდითი გამჭიმავი ძალების გაზრდა არ ზრდის ძაბვებს ამ სიბრტყეებზე და ამიტომაც არ იცვლება 2 სიდიდე.

მთის ქანების დროებითი წინაღობა აგლეჯვაზე ერთდერძა ჭიმვის დროს არ განსხვავდება დროებითი წინაღობისგან ყველამხრივ თანაბარ გაჭიმვის შემთხვევისგან. ამაში ვლინდება მყიფე მასალების ძირითადი განსხვავება პლასტიკური მასალებისგან. პლასტიკური მასალებისთვის წინაღობა აგლეჯვაზე უფრო მეტია ვიდრე წინაღობა ძვრაზე. მყიფე მასალებისთვის პირიქით, წინაღობა ძვრაზე და კუმშვაზე უფრო მეტია ვიდრე წინაღობა აგლეჯვაზე.

მოცემულ სიბრტყეზე ნამდვილი და პირობითი ძაბვების ფარდობა ნაჩვენებია 1 ნახაზზე, საიდანაც ჩანს, რომ ნორმალური ძაბვის გაზრდა H სიდიდით იწვევს სიბრტყის ნორმალსა და p-ს მიმართულებას შორის არსებულ კუთხის ცვლილებას. ზღვრულ მდგომარეობაში ' ტოლი ხდება კუთხის (ნახ.1) და იმის გამო, რომ ერთგვაროვან იზოტროპულ გარემოში ზღვრული დაძაბული მდგომარეობის პირობების დროს მის ყოველ წერტილში არსებობს დაცურების ორი ერთმანეთთან $\left(\frac{f}{2} - \dots\right)$ კუთხით გადაკვეთილი სიბრტყე, ამ სიბრტყეებზე მოქმედი პირობითი ძაბვები აღმოჩნდება შეუღლებული ე.ი. როცა ერთერთის მიმართულება პარალელური იქნება იმ სიბრტყის, რომელზეც მოქმედებს მეორე.

კარიერებისთვის, რომელთა ბორტებს გეგმაში გააჩნიათ მცირე სიმრუდე, დაძაბული მდგომარეობის პრტყელი ამოცანის ამოხსნისას მიიღება საკმაოდ ზუსტი შედეგი, როდესაც მხები ძაბვების τ_{xy} -ის და τ_{xz} -ის კომპონენტები 0-ის ტოლია, ხოლო ძაბვების დანარჩენი კომპონენტები, რომლებიც ემთხვევიან ქანობის ზედა და ქვედა კიდეების მიმართულებებს, არ არიან დამოკიდებულნი Z კოორდინატებზე.

ბრტყელ ამოცანაში, როდესაც xy სიბრტყეზე გადაიკვეთებიან დაცურების ზედაპირები მიიღება წრფივი დაცურების ბადე (ნახ.2).



ნახ.2. დაცურების წირების ორი ოჯახი

გრუნტების ზღვრული დაძაბული მდგომარეობის წონასწარობის დიფერენციალური განტოლებები. ბრტყელი ამოცანა. როგორც დრეკადობის თეორიიდანა ცნობილი ზოგად შემთხვევაში დაძაბულ მდგომარეობაში ნებისმიერი წრფივად დეფორმირებად სხეულებისათვის წონასწარობის დიფერენციალური განტოლებები ჩაიწერება შემდეგი სახით [3]

$$\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_x}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} = \gamma \quad (6)$$

სადაც σ , τ არის შესაბამისი ძაბვები; γ - გრუნტის ხვედრითი წონა. ამ ორ დიფერენციალურ განტოლებაში სამი უცნობია (σ_x , τ_{xy} , γ), ე.ი. ამოცანა (დამატებითი პირობების გარეშე) სტატიკურად განუსაზღვრელია. თუ ამ ორ განტოლებას დაუმატებთ მესამე განტოლებას, მაგალითად, ფხვიერი გარემოს ზღვრული წონასწარობის განტოლებას, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$\frac{1}{4}(\tau_x - \tau_y)^2 - \tau_{xy}^2 = \frac{\sin^2 \dots}{4} (\tau_x + \tau_y + 2H)^2 \quad (7)$$

მაშინ მივიღებთ სამ განტოლებას სამი უცნობით. მაშასადამე, ამოცანა სტატიკურად განსაზღვრული იქნება. გარკვეული გარდაქმნებით მიღებულია დაცურების წირის გასწვრივ მახასიათებლების დიფერენციალური განტოლება, რომელიც მოცულობითი წონით ვერტიკალურად მიმართული მიდამოსთვის ჩაიწერება შემდეგი სახით (ნახ.3):

$$\left. \begin{aligned} dy &= dx \operatorname{tg}(\{\mp v\}), \\ d\tau &= 2\tau \operatorname{tg} \dots \cdot d\{\dots\} = \gamma (dy \mp \operatorname{tg} \dots dx), \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

სადაც - უდიდეს v ძაბვის მიმართულებასა და x ღერძს შორის არსებული კუთხეა.

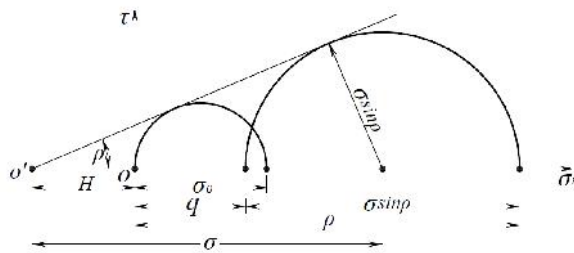
- პირობითი ძაბვის საშუალო სიდიდე (ნახ.4), $v = \frac{f}{4} - \frac{\dots}{2}$ არის v ძაბვის

მიმართულებასა და დაცურების ზედაპირს შორის კუთხე.

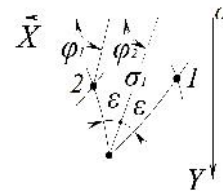
ამ განტოლებებში ნიშანი მინუსი ეკუთვნის დაცურების წირის პირველ ოჯახს, ხოლო ნიშანი პლიუსი - მეორეს.

კონკრეტული ამოცანების რიცხვითი გადაწყვეტის თვალსაზრისით შემოვიღოთ უგანზომილებო ცვლადები: \bar{x} , \bar{y} , $\bar{\tau}$, რომლებიც დაკავშირებულია

შემდეგი თანაფარდობით: $\bar{x} = \frac{x}{K}$, $\bar{y} = \frac{y}{K}$, $\bar{\tau} = \frac{\tau}{K}$,



ნახ. 3. კოორდინატა ღერძების დადებითი მიმართულება და კუთხეთა ათვლის მიმართულება



ნახ. 4. დამოკიდებულება პირობით ძაბვასა და გარე ნორმალურ დატვირთვებს შორის

ქვემოთ ხაზები ასლების თავზე მოცილებული იქნება, ვინაიდან გაანგარიშებას ვაწარმოებთ, დაშვებით, როცა $\gamma=1$ და $K=1$. იმისათვის, რომ გადავიდეთ უგანზომილებო კოორდინატებიდან ნამდვილზე, საკმარისია პირველი გავამრავლოთ ფარდობაზე.

ახლა, დიფერენციალები: dx , dy , $d\sigma$, $d\varphi$ პირველი ოჯახის დაცურების წირებისთვის შევცვალოთ სასრული სხვაობებით [4]:

$$dx_1 = x - x_1; \quad dy_1 = y - y_1; \quad d\tau_1 = \tau - \tau_1; \quad d\zeta_1 = \zeta - \zeta_1;$$

ხოლო, მეორე ოჯახის დაცურების წირებისთვის:

$$dx_2 = x - x_2; \quad dy_2 = y - y_2; \quad d\tau_2 = \tau - \tau_2; \quad d\zeta_2 = \zeta - \zeta_2;$$

(8) დიფერენციალური განტოლებების ნაცვლად მივიღებთ შემდეგ ალგებრულ განტოლებათა სისტემას:

$$\left. \begin{aligned} \Delta y_1 &= \Delta x_1 \operatorname{tg}(\zeta_1 - \nu), \\ \Delta \tau_1 &= 2\tau_1 \cdot \Delta \zeta_1 \operatorname{tg} \dots - \Delta y_1 - \Delta x_1 \operatorname{tg} \dots, \\ \Delta y_2 &= \Delta x_2 \operatorname{tg}(\zeta_2 + \nu), \\ \Delta \tau_2 &= -2\tau_2 \Delta \zeta_2 \operatorname{tg} \dots + \Delta y_2 + \Delta x_2 \operatorname{tg} \dots, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

ამ განტოლებების გამოყენებით შეიძლება განისაზღვროს დაცურების ორი წირის გადაკვეთის C წერტილის x , y , σ , φ კოორდინატები და სიდიდეების მიახლოებითი მნიშვნელობები, თუ ეს სიდიდეები ცნობილია ამ წირებზე მდებარე 1 და 2 წერტილებში (ნახ. 3).

ბუნებრივია, შეიძლება შებრუნებული ამოცანის გადაწყვეტაც: C და 2 წერტილებში მოცემული x , y , σ , φ სიდიდეებით შეიძლება განისაზღვროს 1 წერტილის კოორდინატები, თუ მათში ცნობილია σ , φ ანდა შეიძლება განისაზღვროს x , y , φ , თუ ამ წერტილში ცნობილია σ . იგივე შეიძლება ითქვას 2 წერტილის მიმართ.

ხშირად გვხვდება ე.წ. გადაგვარებული შემთხვევა, როცა გარკვეული პირობებისათვის ერთი ოჯახის წირები თანდათან უახლოვდებიან და მოიჭიმებიან ერთ წერტილისაკენ; ამ შემთხვევაში ბაქნებზე პირობითი ძაბვები, რომლებიც წარმოადგენს დაცურების წირთა კონის საწყისს, იცვლება კანონით:

$$\tau' = \tau \cdot e^{\pm 2\Delta \zeta \operatorname{tg} \dots} \quad (10)$$

-

«

»

წერტილი, რომელისკენაც მოიჭიმებიან (თავს იყრიან) დაცურების წირების ერთი ოჯახი, პრანდტლის წერტილი ეწოდება [1].

განვიხილავთ რა ფხვიერი გარემოს ზღვრული დაძაბულობის თეორიის ბრტყელი ამოცანის ძირითად საკითხებს, აუცილებელია მივუთითოთ მინიმალურ და მაქსიმალურ დაძაბული მდგომარეობის ზონების არსებობაზე, ან უფრო ზუსტად ჯდენის და ამობურცვის ზონებზე.

ჯდენის ზონა ეწოდება დეფორმირებული მასივის იმ ნაწილს, რომლის ზედაპირზე მოდებულია p ინტენსივობის აქტიური დატვირთვა, რომელიც იწვევს დაცურების ზედაპირების წარმოშობას და აქტიური დატვირთვების მოქმედების მიმართულებით მთლიანი ზონის გადაადგილებას.

ამობურცვის ზონა ეწოდება მოშიშვლებული ზედაპირის მიმდებარე დეფორმირებულ მასივის ნაწილს, რომელიც ამობურცება ჯდენადი ზონის დაწოლის შემოქმედებით, ამასთან ერთად ამობურცვის ზონის ზედაპირი შეიძლება იყოს ან თავისუფალი, ან მასზე მოდებული იყოს q ინტენსივობის დატვირთვა.

თუ p და q წარმოადგენენ ზღვრულ დაძაბულ მდგომარეობაში მყოფ ფხვიერი გარემოს ზედაპირზე ნორმალურ დატვირთვებს, მაშინ მათგან პირველის მიმართულება ემთხვევა σ_1 -ის მიმართულებას, ხოლო მეორე σ_3 -ს, და ამ შემთხვევაში დაცურების ბაქნები ჯდენის ზონის ნაწილში მოქცეულ ზედაპირთან შეადგენს $(45^\circ + \frac{\alpha}{2})$ -ის ტოლ კუთხეს, ხოლო ამობურცვის ზონის ზედაპირთან $-(45^\circ - \frac{\alpha}{2})$.

უდიდესი მთავარი ძაბვის მინიმალური სიდიდე, რომელიც აუცილებელია ჯდენის და ამობურცვის ზონაში ზღვრული წონასწორობის პირობისთვის, ერთდერძა კუმშვაზე დროებითი წინაღობის ტოლია:

$$\tau_1 = \tau_0 = 2Kctgv, \quad (11)$$

ამასთან ერთად, ჯდენის ზონის ზედაპირზე ეს ძაბვები შეიძლება წარმოიშვას $H_{90} = \frac{\tau_0}{\chi}$ სიმძლავრის ვერტიკალური მთის ქანების დრეკადი ფენით.

თუ ჯდენისა და ამობურცვის ზედაპირები ჰორიზონტალურია, ხოლო მათზე მოქმედი განაწილებული p და q ნამდვილი დატვირთვები ვერტიკალური და მუდმივი, მაშინ ამ ზონებში დაცურების წირები წრფივია (ნახ.5), ხოლო მათი პირობითი ძაბვები არ არის დამოკიდებული x -ზე და ჯდენის ზონაში განისაზღვრება ფორმულით:

$$\tau = \frac{p+H+xy}{1+\sin \dots}, \quad (12)$$

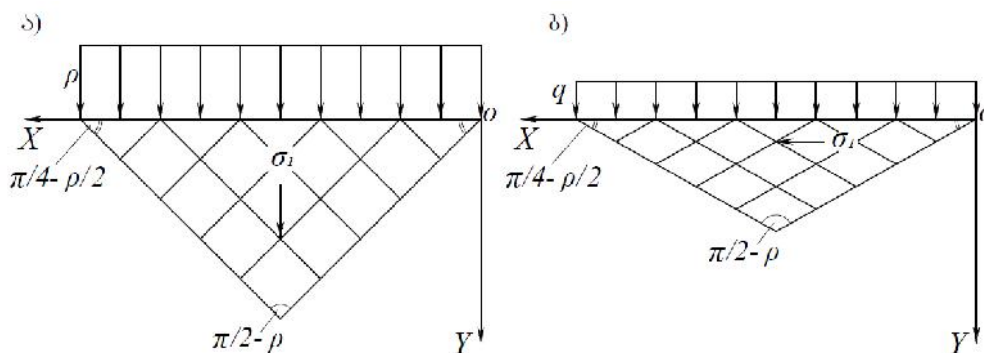
ხოლო ამობურცვის ზონაში ფორმულით:

$$\tau = \frac{p+H+xy}{1-\sin \dots}; \quad (13)$$

თუ $p=0$ და $q=0$, მაშინ ამობურცვის და ჯდენის ზედაპირებზე არსებული დაბევები აღმოჩნდებიან ერთნაირი $\tau = \tau_0 = \frac{\tau_0 + H}{1 + \sin \dots} = \frac{H}{1 - \sin \dots} = \frac{ctg \dots}{1 - \sin \dots}$. (14)

ნამდვილ ნორმალურ p და q ინტენსივობის დატვირთვებსა და პირობით დაბევებს შორის თანაფარდობა ილუსტრირებულია მე-4 ნახაზზე.

იმისთვის რომ, ფხვიერი გარემო რომელიღაც მიდამოს ყოველ წერტილში იმყოფებოდეს ზღვრულ დაძაბულ მდგომარეობაში, აუცილებელია ამ მიდამოზე დაბევების განაწილებისთვის გარკვეული პირობების უზრუნველყოფა, რომელსაც კონტურული (სასაზღვრო) პირობა ეწოდება.



ნახ.5. დაცურების წირების ბადე:

ა - ჯდომის პრიზმაში; ბ - ამობურცვის პრიზმაში

3. დასკვნა

კონტურული (სასაზღვრო) პირობებიდან გამომდინარე ზღვრული მიდამოს კონტურის განსაზღვრავად, აგრეთვე კვანძებში σ და φ -ის მახასიათებლების დასადგენად შესაძლოა რიგი ამონახსნების პოვნა. ამასთან, სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით კონკრეტული ამოცანებისთვის შეთავსებით იხსნება (9) განტოლებების ესა თუ ის წყვილი.

ლიტერატურა

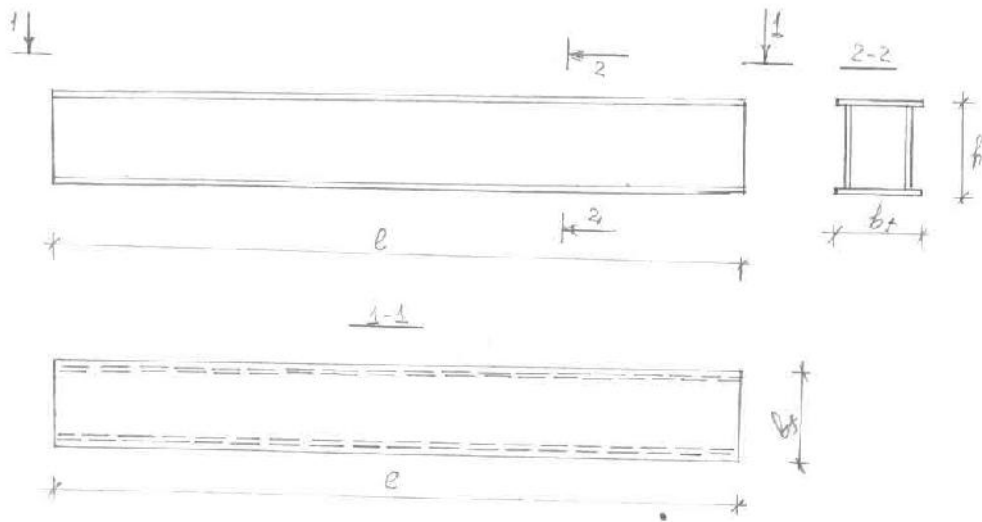
1. კვიციანი ტ. ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშებისას საშიში დაცურების წირის ანალიზური ხერხით განსაზღვრა. ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა პროექტირების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პრობლემებისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სიმპოზიუმის შრომები. თბილისი, 2000, გვ. 53-62.
2. : 1985. 340 .
3. Цытович. Механика грунтов. Изд. Высшая Школа. М., 1993. 286с.
4. : 1970. 220 .

(: 77,0175,)

1.

2.

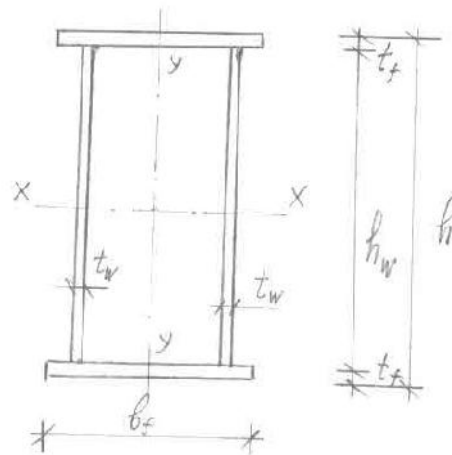
.1



.1

, x y

$$\beta = \frac{M_y}{M_x}$$



.2

$$\frac{M_x}{W_y} \cdot \left(1 + \beta \frac{W_x}{M_y} \right) \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (1)$$

$$W_x = \frac{A \cdot h(3-2a)}{6} \quad (2)$$

$$W_y = \frac{A \cdot b(1+2a)}{6} \quad (3)$$

$$\lambda_w = \frac{\lambda_{w1}}{2} = \frac{h}{2t_w} = \frac{h^2}{aA} \quad (4)$$

$$\lambda_f = \frac{\lambda_{f1}}{2} = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{b_f^2}{(1-a)A} \quad (5)$$

(2) ... (5) (1)

$$A = \sqrt[3]{\frac{(6M_x)^2}{(R_y \cdot \gamma_c)^2 \cdot \lambda_w}} f(\alpha, \beta, \gamma) \quad (6)$$

$$\gamma = \frac{\lambda_w}{\lambda_f}$$

(6)

$$= 0.5.$$

$$h_{opt} = \sqrt[3]{1,5 \cdot \lambda_w \cdot \frac{M_x}{R_y \cdot \gamma_c} (1 + \gamma^{0,5} \cdot \beta)} \quad (7)$$

$$h_{min} = \frac{10}{48} \cdot \frac{\ell^2 R_y \cdot \gamma_c}{E f_u} \cdot \frac{M_n}{M} \quad (8)$$

f_u -

$$a = \frac{A_w}{A}, \lambda_{w1}, \lambda_{f1} -$$

, A_w -

π_0

f

:

$$t_f = \sqrt{\frac{A_f}{\lambda_{f1}}}$$

$$b_f = \sqrt{A_f \lambda_{f1}}$$

(9)

3.

1. . . « ». 1986 . ,
2. . . « ». 1979 . ,
3. . . « ». 1978 . ,
4. « ». 2001 . ,

კლდოვანი და ნახევრდაკლდოვანი მთის ქანების შრეებისაგან
შედგენილი ფერდობის მდგრადობა

შ. ბაქანიძე, ლ. ზამბახიძე, ბ. შალიტაური

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175 თბილისი,
კოსტავას 77)

რეზიუმე: სტატიაში გაანალიზებულია კლდოვანი და ნახევრდაკლდოვანი მთის ქანების შრეებისაგან შედგენილი ფერდობების მდგრადობის საკითხი. რიცხვითი გაანგარიშების საფუძველზე დადგენილია, რომ ფერდოს და ქანების შრეების დახრის თანხვედრისას ფერდოს მდგრადობა უზრუნველყოფილი არ არის.

საკვანძო სიტყვები: კლდოვანი და ნახევრდაკლდოვანი ქანები, შრეები, ფერდო, მდგრადობა, დახრის თანხვედრა.

1. შესავალი

როგორც ცნობილია, კლდოვანი და ნახევრდაკლდოვანი მთის ქანების შრეებისაგან შექმნილი ფერდობების გამაგრების ღონისძიებათა დაგეგმვისას დიდი მნიშვნელობა აქვს ძირითადი ქანების დახრის მიმართულებას ფერდოს გრძივ დახრასთან მიმართებაში.

თუ ძირითადი ქანების დახრა არ არის თანხვედრილი ფერდოს გრძივ დახრასთან, ეს არ ითვლება მშენებლობის ხელისშემშლელ ფაქტორად. მდგომარეობა რთულდება მაშინ, როცა ზემოაღნიშნული დახრების მიმართულებები თანხვედრილია. ასეთ ფერდობზე შენობა-ნაგებობების ასაგებად საჭიროა რაიმე კონსტრუქციული ღონისძიებების გატარება მათ გასამაგრებლად (საყრდენი კედელი, ხიმინჯები, გრუნტული ანკერები, მემბრანები და ა.შ.).

ასეთ შემთხვევაში უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშება. თუ აღმოჩნდება, რომ ფერდო მდგრადია (ანუ ფერდოს შრეების შემაკავშირებელი ძალები აღემატება მათი ძვრის ძალებს), მისი გამაგრების საჭიროება არ არის. წინააღმდეგ შემთხვევაში კი - საჭიროა ფერდოს გამაგრება.

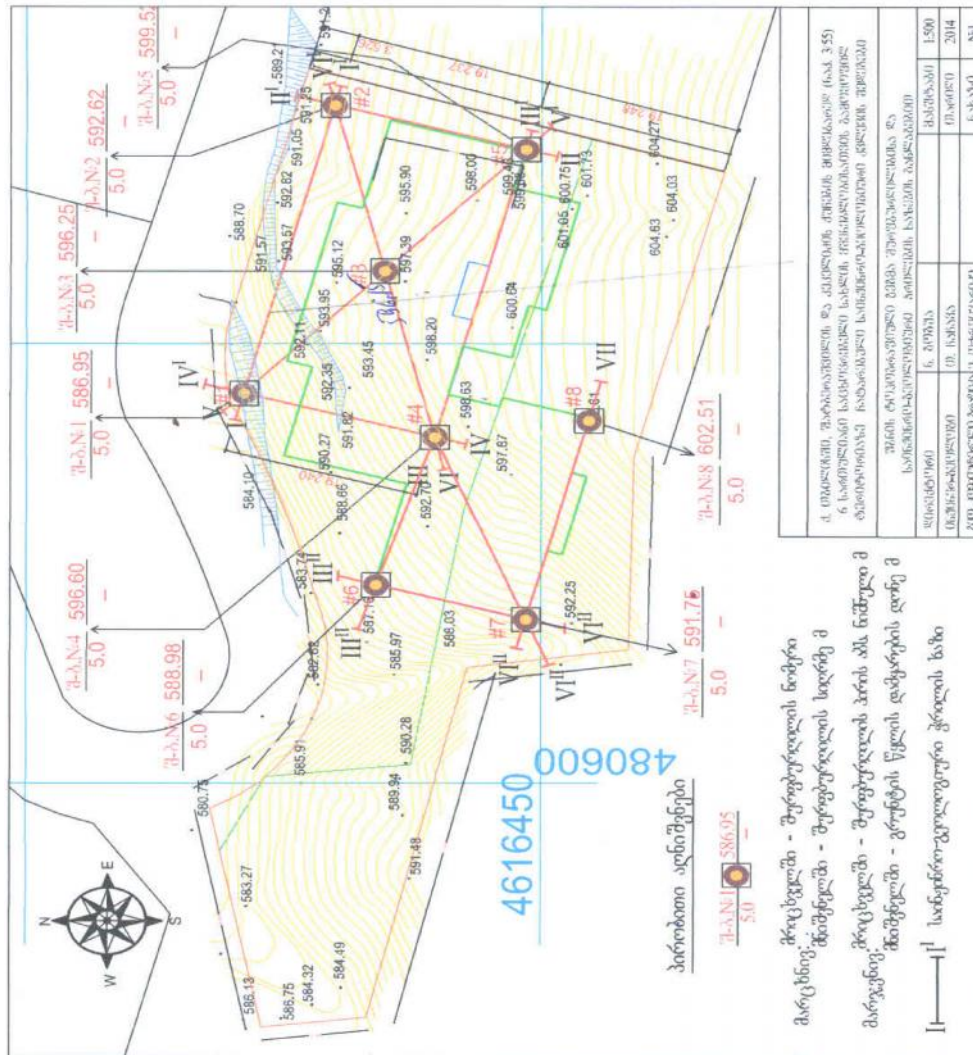
2. ძირითადი ნაწილი

2.1. განმარტება

ზემოაღნიშნული საკითხი განხილული გვაქვს კონკრეტულ რეალურ მაგალითზე: ქ. თბილისში, შატბერაშვილის და კეკელიძის ქუჩების მიმდებარედ, 6 სართულიანი საცხოვრებელი სახლის მშენებლობა (ნახ. 1).

გეოლოგიური დასკვნის თანახმად, გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით, სამშენებლო მოედანი მდებარეობს ქ. თბილისის ასიმეტრიული ქვაბულის მარცხენა-დასავლეთ მხარეს. მორფოლოგიურად ის მდინარე ვერეს ხეობის მარჯვენა ნაწილშია და წარმოადგენს მამადავითის ქედის ჩრდილო ფერდობის შუა ნაწილს, დახრილს 20-30, ზოგჯერ 25-35°-ით, დანაწევრებულს უწყლო ხევებით და ნიაღვრებით. უშუალოდ სამშენებლო მოედანი არის წყალგამყოფი ნაწილი ორი ასეთი ხევისა.

ძირითადი ქანების ვარდნის კუთხე 25-28° თანხვედრილია ფერდობის გრძივ დახრასთან (25-40°).



ნახ. 1 სამშენებლო მოედნის ტოპოგრაფიული გეგმა

სამშენებლო მოედანზე გამოყოფილია 2 საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტი:

I ს.გ.ე. – გამოფიტული ძირითადი ქანების – ქვიშაქვებისა და არგილიტების მორიგობა ($\rho=1,9 \text{ ტ/მ}^3$, $R=4 \text{ კგ/სმ}^2$);

II ს.გ.ე. – სუსტად გამოფიტული ძირითადი ქანების-ქვიშაქვების და არგილიტების მორიგობა ($\rho=2,37 \text{ ტ/მ}^3$, $R=63 \text{ კგ/სმ}^2$).

რადგან შენობის ექსპლუატაციის პერიოდში გამორიცხული არ არის ფერდოს შრეებში ზედაპირული წყლების ჩადინება, ფერდოს მდგრადობაზე გაანგარიშებისას მიღებული გვაქვს ქანების ძვრის პარამეტრების მნიშვნელობები მათი წყალნაჯერი მდგომარეობისათვის.

გაანგარიშებებში მიღებული გვაქვს ორივე შრის გასაშუალებული მნიშვნელობები: $\phi=19,5^\circ$, $C=0,1 \text{ ტ/მ}^2$.

რაც შეეხება ფერდოს და შრეების დახრის კუთხეებს, გაანგარიშებებში მიღებული გვაქვს მათი მაქსიმალური მნიშვნელობები, კერძოდ: ფერდოს დახრის

-

«

»

კუთხე - 40° და შრეების დახრის კუთხე - 28° . გაანგარიშებებში მარაგის კოეფიციენტი მიღებულია $k=1,5$.

ნაშრომში მოტანილი გვაქვს გაანგარიშებები ფერდოს მხოლოდ ერთი განივი პროფილისათვის (ფერდოს ერთი გრძივი მეტრისათვის).

2.2. ფერდოს გაანგარიშება მდგრადობაზე.

საწყისი მონაცემები.

კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი გრუნტებისათვის ფერდოს მდგრადობის პირობაა [1]:

$$S = n_c N - \frac{1}{k_H} R \leq 0 \quad (1)$$

სადაც: N და R შესაბამისად, განზოგადოებული ძერის ძალის და ძერის ზღვრული წინააღმდეგობის საანგარიშო მნიშვნელობებია.

K_H და n_c - შესაბამისად, საიმედოობისა და დატვირთვათა შეთაწყოების კოეფიციენტები ($n_c=0,9$ და $K_H=1,25$);

N და R გამოთვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$N = G[\sin \alpha + k_c \cos(\alpha - \delta)] + U_2 \cos \alpha - Q \cos(\alpha + \beta); \quad (2)$$

$$R = tg \{ [G \cos r - k_c \sin(r - u)] - U_1 - U_2 \sin r + Q \sin(r + s) \} + cL \quad (3)$$

სადაც:

G განსახილველი მასივის წონაა;

$tg \varphi$ და C - ძერის პარამეტრების საანგარიშო მნიშვნელობებია ფერდოს მიმართულებით განთავსებული ბზარისათვის;

α - ბზარის დახრის კუთხე;

L - ბზარის განსახილველი მონაკვეთის ზომა (სიგრძე);

U_1 და U_2 - წყლის ჰიდროსტატიკური დაწნევის ძალები, შესაბამისად, განსახილველი მასივის ქვედა და გვერდით წახნაგებზე;

Q - მასივზე მოქმედი გარე ძალა,

K_c - სეისმური კოეფიციენტი;

β და δ - შესაბამისად, გარე და სეისმური ძალების ჰორიზონტის მიმართ დახრის კუთხეები.

გაანგარიშებებში მიღებულია:

რაიონის სეისმურობა - 8 ბალი ($K_c=0,05$)

დატვირთვების შეთაწყოების კოეფიციენტი: $=0,9$

სეისმური ძალების მიმართულება - ჰორიზონტალური ($\delta=0$);

საიმედოობის კოეფიციენტი: $K_H=1,25$.

$U_1=0$, $U_2=0$ (გრუნტის წყლები არ არის გამოვლენილი);

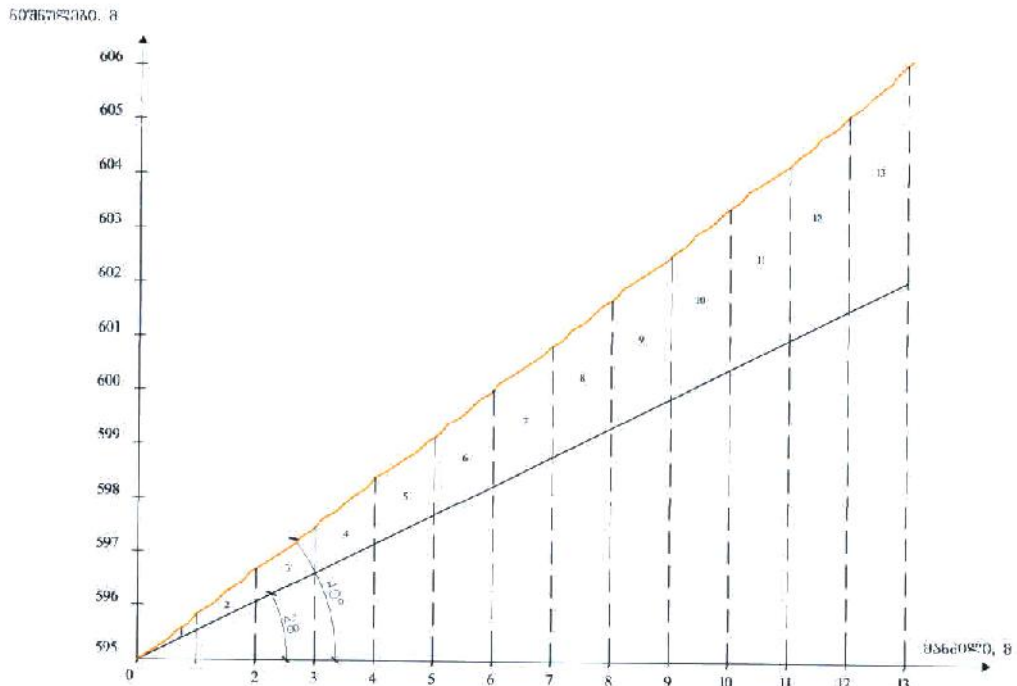
$Q=0$ (მასივზე არ მოქმედებს გარე ძალა);

$\varphi=19,5^\circ$ ($tg \varphi=0,351$);

$C=0,1$ ტ/მ².

$\alpha=28^\circ$ ($\sin \alpha=0,46947$; $\cos \alpha=0,88295$)

2.3. მასივების წონების განსაზღვრა (ნახ. 2)



ნახ. 2 ფერდოს განივი პროფილი

გრუნტის მასივების წონის გაანგარიშება.

$$G_1 = \frac{1 \cdot 0,3}{2} \cdot 2,37 = 0,36 \text{ ტ};$$

$$G_2 = \frac{0,4 + 0,7}{2} \cdot 2,37 = 1,3 \text{ ტ};$$

და ა.შ. $G_{13} = \frac{3,8 + 4}{2} \cdot 2,37 = 9,24 \text{ ტ}.$

2.4. ძერის ძალების გაანგარიშება.

$$N_1 = 0,36(0,4697 + 0,05 \cdot 0,88295) = 0,36 \cdot 0,5136 = 0,18 \text{ ტ}.$$

$$N_2 = 1,3 \cdot 0,5136 = 0,67 \text{ ტ}.$$

$$N_3 = 2,13 \cdot 0,5136 = 1,09 \text{ ტ}.$$

და ა.შ.

$$N_{13} = 9,24 \cdot 0,5136 = 4,75 \text{ ტ}.$$

2.5. ძერის ზღვრული წინააღმდეგობის ძალების საანგარიშო მნიშვნელობების განსაზღვრა.

$$R_1 = 0,351[0,36[0,88295 - 0,05 \cdot 0,46947]] + 0,1 \cdot 1 = 0,351(0,36 \cdot 0,859) + 0,1 = 0,21 \text{ ტ}$$

შესაბამისად:

$$R_2 = 0,351(1,3 \cdot 0,859) + 0,1 = 0,49 \text{ ტ და ა.შ.}$$

$$R_{13} = 0,351(9,24 \cdot 0,859) + 0,1 = 2,89 \text{ ტ}.$$

მიღებული მონაცემები შეგვაქვს ცხრილში 1.

ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშება					ცხრილი 1
ბლოკის	მასა (ტ)	N(ტ)	R(ტ)	მარაგის კოეფიციენტი k	S (ტ) (S=N-R)
1	0,36	0,18	0,21	1,17	-0,03
2	1,3	0,67	0,49	0,73	0,18
3	2,13	1,09	0,74	0,68	0,35
4	2,84	1,46	0,96	0,66	0,5
5	3,32	1,71	1,1	0,64	0,61
6	3,91	2,0	1,28	0,64	0,72
7	4,62	2,37	1,49	0,63	0,88
8	5,45	2,8	1,74	0,62	1,06
9	6,28	3,23	1,99	0,62	1,24
10	6,87	3,53	2,17	0,61	1,36
11	7,58	3,89	2,39	-0,61	1,5
12	8,53	4,39	2,67	0,61	1,71
13	9,24	4,75	2,89	0,61	1,86
ჯამი	-	32,06	20,12	-	11,91

როგორც ვხედავთ, ყველა ბლოკის მდგომარეობა (გარდა I ბლოკისა), არამდგრადია. ცხადია, ყველა ბლოკისათვის და მოლიანად, მასივისათვის, არ არის დაცული (1) პირობა, რადგან ჩვენ შემთხვევაში:

$$S = 0,9 \cdot 32,06 - \frac{1}{1,25} \cdot 20,12 = 12,75 > 0$$

3. დასკვნა

როგორც გაანგარიშებამ გვიჩვენა, განხილულ კონკრეტულ სამშენებლო მოედანზე, კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი მთის ქანებისა შრეებისაგან (ქვიშაქვებისა და არგილიტების მონაცვლეობა) შედგენილი ფერდოს მდგრადობა ფერდოს და ქანების დახრის თანხვედნისას უზრუნველყოფილი არ არის და საჭიროა რაიმე კონსტრუქციული ღონისძიებების გატარება მდგრადობის დეფიციტის აღმოსაფხვრელად.

ლიტერატურა

1. , , 1986, . 50

(, , , 77, 0175
 ,)

: ,
 , , ,
 , , , ,
 , , , ,
 - ().

()
 1976 .(1)

: , , , ,
 , , , ,
 .

1.

() ,
 , , , .

2.

:
 1. ;
 2. .
 (1,2,3)
 ().

$$Q_t = C + \sum_{i=1}^P AP_i Q_{t-i} - \sum_{j=1}^g C C_j a_{t-j} + a_t \quad (1)$$

...
 ...

(p,d,q) :

p – ;
 d – ;
 q – .

(p,d,q) (ps,ds,qs) :

ps – ;
 ds – ;
 qs – .

1. ;
2. ;
3. .

$$\nabla_1^t = Q_{t+1} - Q_t \quad (2)$$

$$\nabla_1^t = Q_{t+12} - Q_t \quad \nabla_1^t = Q_{t+4} - Q_t \quad (3)$$

(meansquare),

$$\nabla_1^t = Q_{t+1} - Q_t \quad (4)$$

3.

1. ”
2. , 1974 .
3. 84.N1,1976

. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ISSN 1512-393
სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ 2016წ. ქ.თბილისი.

სამხედრო თანამგზავრული სისტემის პროექტი
ა. ხატელაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას № 77,0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: თავდაცვის თანამგზავრული სიტემის ამჟამინდელი პროექტი მოიცავს ოთხ მიმართულებას: დაცული, ფართოზოლოვანი, ფართოზოლოვანი მაუწყებლობა და ვიწროზოლოვანი. მეხუთე მიმართულება, რომელიც მოიცავს კომერციულ SATCOM სისტემებს, ასევე ინტეგრირებულია MILSATCOM (თავდაცვის თანამგზავრული სიტემა) სერვისებთან.

საკვანძო სიტყვები: სამხედრო სატელიტური სისტემა, სატელიტური სეგმენტი, სახმელეთო ტერმინალი, ფაზური ანტენა.

1. შუსაგალი

DOD SATCOM პროექტის სტრუქტურა მოიცავს ოთხ ძირითად სისტემას (ყველა მათგანი გეოსინქრონულ ორბიტაზეა), რომელიც ოპერირებას ახორციელებს UHF, SHF და EHF დიაპაზონზე:

1. UHF შემდგომი (UFO) სატელიტი;
2. SHF სამხედრო სატელიტური კავშირების სისტემა (DSCS);
3. ფართოზოლოვანი საერთაშორისო სატელიტური კავშირების სისტემა (Wide Global SATCOM (WGS));
4. EHF ilstar სატელიტი.

დაცული	ფართოზოლოვანი	ფართოზოლოვანი მაუწყებლობა	ვიწროზოლოვანი	კომერციული
<p><u>EHF Q/Ka-სიხშირის MILSTAR I/II</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • მაღალი დაცვა (AJ, LPI, LPD, EMP) • სატელიტთა შორის კავშირის ჩვეულებრივი საშუალება • განუმეორებელი კავშირის საშუალებები AEHF • გაუმჯობესებული გამტარუნარიანობა • გაუმჯობესებული დაფარვა <p>TSAT (ტრანსფორმაციული სატელიტი)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ფართოზოლოვანი/ დაცული • პლატფორმა COTM • IP-დაფუძნებული, ქსელური-ცენტრალური 	<p><u>SHF S/Ka-სიხშირე DSCS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • მაღალი ინფორმაციულობა პროექტით • მოსარგებლეთათვის • საპასუხო კავშირი ზედა დონესთან, რომელიც გამიზნულია DISN-სთვის • AJ-ის(რადიოკავშირის ჩახშობა)რამდენიმე შემთხვევა <p>WGS</p> <ul style="list-style-type: none"> • გაზრდილი გამტარუნარიანობა • პლატფორმა COTM • Ka-სიხშირის გაზრდა 	<p><u>Ka-სიხშირე UFO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • GBS Ka დატვირთვა UFO სატელიტებზე • მაღალი გამტარობა • პატარა ანტენები • სწრაფი იერიში/უკან დახვევა <p>WGS</p> <ul style="list-style-type: none"> • WGS—X & Ka სიხშირე • უკან დასაბრუნებელი გზა(არხი); 2-მოქედების Ka-სიხშირე 	<p><u>UHF P/L-სიხშირე UFO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • მცირეწონიანი, მობილური ტერმინალები; COTM • დაბალი ინფორმაციულობა • რადიის რეჟიმი, ბრძოლა C2-სთან <p>MUOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6–10X სისტემის მოცულობა • პორტატული ტერმინალები • დაყენებული OTM • GIG-ის სრული ინტეგრირება 	<p><u>L, C, Ku, Ka-სიხშირე</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • მზარდი შესაძლებლობები • მაღალი გამტარობა —ტელემედიცინა —CSS (კოდირებული ჩართვის სისტემა) —დანაწილებაზე დაფუძნებული ოპერაცია —ვიდეო • დამცავი მოწყობილობის გარეშე • მომსახურების სავსესურის გადახდა • მობილური სატელიტური სისტემა COTM-ისთვის
<p>სამხედრო და კომერციულ სატელიტურ სისტემებს არსებითი მნიშვნელობა აქვს საბრძოლო მოქმედებებში მყოფი ჯარისკაცისთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ინფორმაციის მიწოდების მიზნით</p>				

2. ძირითადი ნაწილი

UFO კომპლექსი წარმოადგენს ძირითად სისტემას, ტაქტიკური მობილური კავშირების განხორციელების თვალსაზრისით. UHF, EHF და მსოფლიო მასშტაბით საერთაშორისო სამაუწყებლო მომსახურების (GBS) შესაძლებლობის უზრუნველყოფით, UFO სატელიტური სისტემა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს DOD-ის ხმის მონაცემთა და ვიდეო გადაცემისათვის საჭირო მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების თვალსაზრისით. აღნიშნულით ყველაზე მეტად სარგებლობენ სახმელეთო ჯარები, რომლებიც წარმოადგენენ ულტრა მაღალი სიხშირის კავშირების მომხმარებელთა 85 პროცენტს. UFO კომპლექსი შედგება რვა მოქმედი საჰაერო ხომალდისა და პლუს ერთი ორბიტაზე არსებული სათადარიგო ხომალდისგან, რომელიც წარმოადგენს გეოსინქრონულ ორბიტებს.

EHF ქვესისტემა უზრუნველყოფს გაძლიერებულ ჩახშობის საწინააღმდეგო ტელემეტრულ კავშირს, მართვას, მაუწყებლობასა და ფლოტის ინფორმაციულ კომუნიკაციას სიგნალის დამუშავების მოწინავე ტექნიკის გამოყენებით.

SHF დიაპაზონის ფარგლებში მოქმედებს ორი სამხედრო სატელიტური სისტემა: თავდაცვის სატელიტური კავშირების სისტემა და ფართოზოლოვანი საერთაშორისო SATCOM სატელიტები.

თავდაცვის სატელიტური კავშირების სისტემა (DSCS) წარმოადგენს მსოფლიო მასშტაბის სამხედრო სატელიტურ ქსელს, რომლის მართვაც ხორციელდება USSTRATCOM-ის (ამერიკის შეერთებული შტატების სტრატეგიული სარდლობის) ხელმძღვანელობით DIS-ს (ინფორმაციის დაცვის უსაფრთხოების ადმინისტრაცია) მიერ. DSCS შედგება კოსმოსისა და სატელიტური სეგმენტებისაგან სახმელეთო ტერმინალებთან ერთად, რომლებიც მოქმედებს ახორციელებენ SHF სიხშირეზე შორეული მრავალარხიანი კავშირების უზრუნველყოფის მიზნით. სისტემა წარმოადგენს აღნიშნული გეგმის მნიშვნელოვან ნაწილს სახმელეთო, საზღვაო ან საჰაერო სამხედრო მომხმარებლების მხარდაჭერით. ამჟამად, წარმოდგენილია 14 ოპერაციული DSCS სატელიტი, ხუთ ფაზა DSCS III სატელიტთან ერთად გეოსინქრონულ ორბიტაზე, რომელიც დედამიწის გარშემო შემოვლას ახორციელებს 22,300 მილის სიმაღლეზე. ხუთი ძირითადი DSCS III სატელიტი უზრუნველყოფს დასაყრდენს მსოფლიო მასშტაბის კავშირებისთვის 65 ჩრდილოეთ განედსა და 65 სამხრეთ განედზე. DSCS-ს ხუთ სატელიტიანი კომპლექსი დედამიწაზე არსებულ ტერმინალებს ორ სატელიტთან წვდომის საშუალებას აძლევს. სატელიტური სისტემა მოიცავს ერთ და მრავალი სხივის მქონე ანტენებს. თითოეულ SCS III სატელიტს ასევე გააჩნია სპეციალური მიზნისთვის განკუთვნილი ერთ არხიანი ტრანსპონდერი, რომელიც გამოიყენება გადაუდებელ ქმედებებთან და ჯარების მიმართულებასთან დაკავშირებული შეტყობინებების გაგრძელების მიზნით. თითოეულ DSCS სატელიტს გააჩნია ექვსი SHF ტრანსპონდერის არხი (რომელთაგან ერთერთი მათგანი უზრუნველყოფს ჩახშობის საწინააღმდეგო შესაძლებლობას), რომელიც უზრუნველყოფს კოდირებული სიტყვებისა და ინფორმაციული კომუნიკაციის შესაძლებლობას მსოფლიო მასშტაბით. ერთი რეგულირებადი რეფლექტორული ანტენა უზრუნველყოფს გაზრდილი ენერჯის სხივს, რომელიც უნივერსალურად ერგება სხვადასხვა ზომის ტერმინალებს.

DSCS III საჰაერო ხომალდი წარმოადგენს სამ ღერძიან, იმპულსურად სტაბილურ საფრენ აპარატს, რომლის წონაც ორბიტაზე შეადგენს 2,550 ფუნტს საწვავთან ერთად. საჰაერო ხომალდის მართკუთხა კორპუსის თითოეული მხარე შეადგენს 6.5 ფუტს, 38-ფუტიანი სივანით (მზის ელემენტებთან ერთად). მზის ელემენტები წარმოქმნის 1,100 ვატს, რომელიც 837 ვატამდე მცირდება ხუთი წლის შემდეგ. SCS სიხშირის გეგმა განეკუთვნება SHF სპექტრს (X სიხშირე), კავშირის ადამიგალი ხაზის 7,900-8,400 მჰც სიხშირესთან

-

«

»

ერთად, რომელთა გადაცემაც სორციელდება ტრანსპონდერების მიერ კავშირის დადგენის ხაზის 7,250-7,750 მჰც ფართოზოლოვანი საერთაშორისო სატელიტური კავშირების სისტემით. SATCOM თავდაპირველად იყო ცნობილი როგორც ფართოზოლოვანი სატელევიზიო რეტრანსლატორის სატელიტური სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს დამატებით შესაძლებლობას ამჟამინდელი DSCS კომპლექსისთვის. მიუხედავად იმისა, რომ WGS კომპლექსის დაგეგმარება დაიწყო 1990-იანი წლების პერიოდში, პირველი WGS-ს ექსპლუატაციაში წარმატებული გაშვება განხორციელდა 2007 წლის 10 ოქტომბერს და გადაეცა საჰაერო ძალებს 2008 წლის 18 იანვარს. ხოლო დანარჩენი ორის კი განხორციელდა 2012 და 2013 წელს.

სისტემა მოიცავს რვა X-სიხშირის ფაზირებულ ანტენას, 10 Ka-სიხშირის პარაბოლურ ანტენას და ერთ X-სიხშირის დედამიწის დაფარვის ანტენას. რვა X-სიხშირის ფაზირებული ანტენა მიიხნევა რეგულირებად ანტენებად მათთვის დამახასიათებელი ფაზირებული ანტენების ტექნოლოგიიდან გამომდინარე. WGS საჰაერო ხომალდი შექმნილია კომერციული ბოინგის მოდელზე დაფუძნებით და ორბიტაზე მისი წონა შეადგენს 7,600 ფუნტს. მზის ელემენტები წარმოქმნიან 11 კილოვატს, რომელიც თითქმის 10-ჯერ მეტია DSCS სატელიტის სიმძლავრეზე. რადიატორები და გათბობის მიღები უზრუნველყოფენ უფრო მეტად სტაბილურ თერმულ გარემოს სატელიტისთვის და ამგვარად იზრდება ნდობა მისი მოქმედების ვადის მიმართ.

WGS სიხშირის გეგმა განეკუთვნება SHF სპექტრს, რომლის მიერაც ხდება X სიხშირისა და ka სიხშირის გამოყენება 7-8 გჰც და 20-21 გჰც სიხშირის ფარგლებში, რომელსაც შესწევს ორმხრივი კავშირის დამყარების უნარი X, ka სიხშირეებთან.

WGS უზრუნველყოფს საკმარის გამტარუნარიანობას, და საშუალებას აძლევს UAV-ს გამოიყენონ სამხედრო SATCO რესურსები, რათა შემცირდეს კომერციულ SATCO -ზე არსებული დამოკიდებულება.

გადაცემის სიჩქარე საბოლოო ტერმინალებისთვის დამოკიდებულია მომხმარებლის მოთხოვნებზე, ანტენის ზომასა და გამოყენებულ მოდულაციაზე. ტიპური გამტარუნარიანობა თითოეული WGS სატელიტისთვის იქნება გიგაბაიტი წამში (Gbps) და 3.6 Gbps. ilstar სატელიტური სისტემა წარმოადგენს გაერთიანებულ საშუალებას, რომელიც შექმნილია საჰაერო ძალების მიერ და გააჩნია სატელიტური ჯვარედინი კავშირის შესაძლებლობა. ილსტარი უზრუნველყოფს მეტად მძლავრ, უსაფრთხო კავშირებს ფიქსირებულ ცენტრებსა და ტერმინალებს შორის. ილსტარ-ის უნიკალური შესაძლებლობები ჯარებს საშუალებას აძლევს შეინარჩუნონ ინფორმაციის ფლობით გამოწვეული უპირატესობა კონფლიქტის ყველა დონეზე, მათ შორის გააძლიერონ სრულ მასშტაბიანი დაცვა და უზრუნველყონ ჯარისკაცებისთვის მოქმედების თავისუფლება უწყვეტი, უსაფრთხო და ჩახშობის საწინააღმდეგო კავშირების მეშვეობით.

ილსტარ სატელიტი კოსმოსში ასრულებს კომუტატორის ფუნქციას, რომელიც მომხმარებლებს საშუალებას აძლევს შექმნან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ინფორმაციის გადაცემის სისტემა ფრენის პერიოდში.

MILSTAR-ის კომპლექსი შედგება ხუთი სატელიტისგან, რომელიც განთავსებულია დედამიწის გარშემო ნაკლებად დახრილ გეოსინქრონულ ორბიტებში დაახლოებით 22,300 მილის სიმაღლეზე. აღნიშნული სატელიტები უზრუნველყოფენ დაფარვას 65 ჩრდილოეთიდან 65 სამხრეთამდე, ორბიტაზე მათთვის მიკუთვნებული პოზიციიდან.

პირველ ორ სატელიტს გააჩნია თავდაპირველი სტრატეგიული კავშირების ნაკლებად ინფორმაციული სწრაფი გადაცემის (LDR) (75-2,400ბჰს) უნარი. მესამე და მომდევნო სატელიტებს გააჩნიათ მონაცემების საშუალო სისწრაფით (MDR) გადაცემის შესაძლებლობა (1.544 მეგაბაიტამდე) LDR-სგან განსხვავებით.

ილსტარ სატელიტი განთავსებულია ფუტის სიგრძეზე მისი ღერძის გარშემო. მზის მასიური ელემენტები წარმოქმნიან დაახლოებით 5,000 ვატის ენერჯიას, მის ტვირთში

-

«

»

შედის ბორტზე არსებული კომპიუტერები რომელთა მეშვეობითაც ხორციელდება რესურსების მონიტორინგი და კონტროლის ფუნქციები მსოფლიო მასშტაბით ხმის, მონაცემების, ვიდეო, ტელეტივისა და ფოტოტელეგრაფული კავშირების ჩათვლით. ილსტარ II ასევე გააჩნია ხმაურის ჩამსშობი ანტენა, რომლის მიერაც ხორციელდება მტრის მიერ ჩახშობის მცდელობის გაუვნებელყოფა.

ილსტარ უზრუნველყოფს თავსებადი კავშირის შესაძლებლობებს წყალქვეშ, გემებზე, ხმელეთზე განთავსებულ და მობილურ სისტემებში არსებულ ტერმინალებთან. ილსტარის ტერმინალის სეგმენტი შედგება მრავალმხრივი მომსახურების მქონე სახმელეთო, საზღვაო, წყალქვეშა და საჰაერო ფუნქციურად თავსებადი ტერმინალებისგან. ამასთან ისინი მოიცავენ საჰაერო ძალების და სახმელეთო სამეთაურო პუნქტების ტერმინალებს და ასევე ფლოტის უკიდურესად მაღალი სიხშირის სატელიტურ პროგრამას (NESP) საზღვაო, სანაპირო და წყალქვეშა, ასევე არმიის ერთ არხიან პორტატულ ჩახშობის საწინააღმდეგო (SCAMP) ტერმინალს და დაცულ, მობილურ, ჩახშობის საწინააღმდეგო, ტაქტიკურ ტერმინალს (SMART-T). ექსპლუატაციისთვის განკუთვნილი SATC-ის უმეტესობა უზრუნველყოფილია კომერციული SAT-COM-ით.

SATCO-ის მოთხოვნები განისაზღვრება SSTRATC-ის მიერ, მისი როლიდან გამომდინარე. რომელიც წარმოადგენს SATCO-ის ოპერაციულ მენეჯერს MILSATC-სა და კომერციულ SATCOM-თან დაკავშირებით.

MSS წარმოადგენს სატელიტზე დაფუძნებულ სატელეფონო და მონაცემთა კომუნიკაციის სერვისს, რომელიც ხმისა და მონაცემთა დაბალი სიჩქარის გადაცემის სერვისებისთვის იყენებს კომერციული სატელიტის ინფრასტრუქტურას, ასევე მცირეწონიან ტერმინალს DoD-ისათვის განკუთვნილი პუნქტის მეშვეობით, რომელიც მიერთებულია თავდაცვის საინფორმაციო სისტემის ქსელთან (DISN). მას შეუძლია დაცული კოდირებული სიტყვების უზრუნველყოფა და ასევე მიერთება კომერციულ DSN [თავდაცვის საკომუნიკაციო ქსელი] სატელეფონო სერვისებთან. MSS ასევე უზრუნველყოფს: სამაუწყებლო სერვისს, დაცულ პეიჯერულ კავშირს, არაკლასიფიცირებულ მაგრამ სენსიტიურ ინტერნეტის პროტოკოლით გათვალისწინებულ ქსელურ კავშირს (NIPRNet), საიდუმლო წერილების გადაცემას, საკონფერენციო კავშირს და საიდუმლო ინტერნეტის პროტოკოლით გათვალისწინებულ ქსელურ კავშირს EMSS-თან ერთად. EMSS-თან ერთად გამოყენებულ საბოლოო ტერმინალს წარმოადგენს ირიდიუმის კომერციული სატელიტური ტელეფონი, რომლის უსაფრთხოების უზრუნველყოფაც შესაძლებელია და დამტკიცებულია „ეროვნული უშიშროების სააგენტოს (NSA) მიერ EMSS ხელმისაწვდომია DISA და DOD-ისთვის, სხვა ფედერალური დეპარტამენტებისა და სააგენტოებისთვის. ზემოაღნიშნული სისტემები უზრუნველყოფენ მძლავრ, რენტაბელურ ინტეგრირებულ MILSATCOM სტრუქტურას, რომელიც აკმაყოფილებს თავდაცვის დეპარტამენტის უმნიშვნელოვანეს მოთხოვნებს.

3. დასკვნა

თავდაცვის თანამგზავრული სისტემა ქმნის შესაძლებლობას რათა გლობალური მასშტაბით შესრულდეს მისიები, აცილებულ იქნეს არაპროგნოზირებადი საფრთხე, განხორციელდეს მარმართვა და კონსტროლი თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით. თანამედროვე ტექნოლოგიების საშუალებით ხორციელდება დაზვერვა და ინფორმაციის მოპოვება, რაც წარმოადგენს გადამწყვეტ უპირატესობას ამოცანის წარმატებით შესასრულებლად.

ლიტერატურა

1. Burbank, J. L., and Jones, S. D., “EHF MILSATCOM LPI/LPD Performance: Performance in Practice and Methods of Optimization,” in IEEE MILCOM Conf. Proc. 13Burbank, J. L., et al., Concepts for the Employment of Satellite Communications in the Army Objective Force, VS-02-106, JHU/APL, Laurel, MD 14Fritz, D. A., and Parikh, B., “Network Centric Operations over Transponded SATCOM,” in IEEE MILCOM Conf. Proc. (2004). 15DoD Teleport Architecture Feasibility Study, VS-00-054, JHU/APL, Laurel, MD

ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე შედგენილი კვეთის კოჭის
ექსპერიმენტული კვლევა

გ. ნოზაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ.
კოსტავას ქ. №77)

რეზიუმე: შედგენილი კვეთის კონსტრუქციების გამოყენების არე სამშენებლო ინდუსტრიაში ძალზედ დიდია. მათ გაანგარიშებაში მეტად მნიშვნელოვანია დატვირთვის ხანგრძლივი მოქმედებისას განვითარებული ცოცვადობის დეფორმაციები. თეორიულად გავიანგარიშეთ ამ სიდიდის მნიშვნელობა ყველა მდგენელი ერთგვაროვანი ელემენტისათვის დროის ნებისმიერ მომენტში და ექსპერიმენტით უნდა დავამტკიცოთ ამ გამოთვლების სამართლიანობა. საექსპერიმენტოდ დავამზადეთ 2 მეტრი სიგრძის რკინაბეტონის ტესტური კვეთის კოჭი; კოჭის წიბო დამზადდა B20 კლასის, ხოლო თარო - B15 კლასის ბეტონისგან. ექსპერიმენტის მიზანს წარმოადგენდა თეორიული გამოთვლების სისწორის დადასტურება.

საკვანძო სიტყვები: კრიტიკული ძალა, ცოცვადობა, დეფორმაცია, ძაბვა.

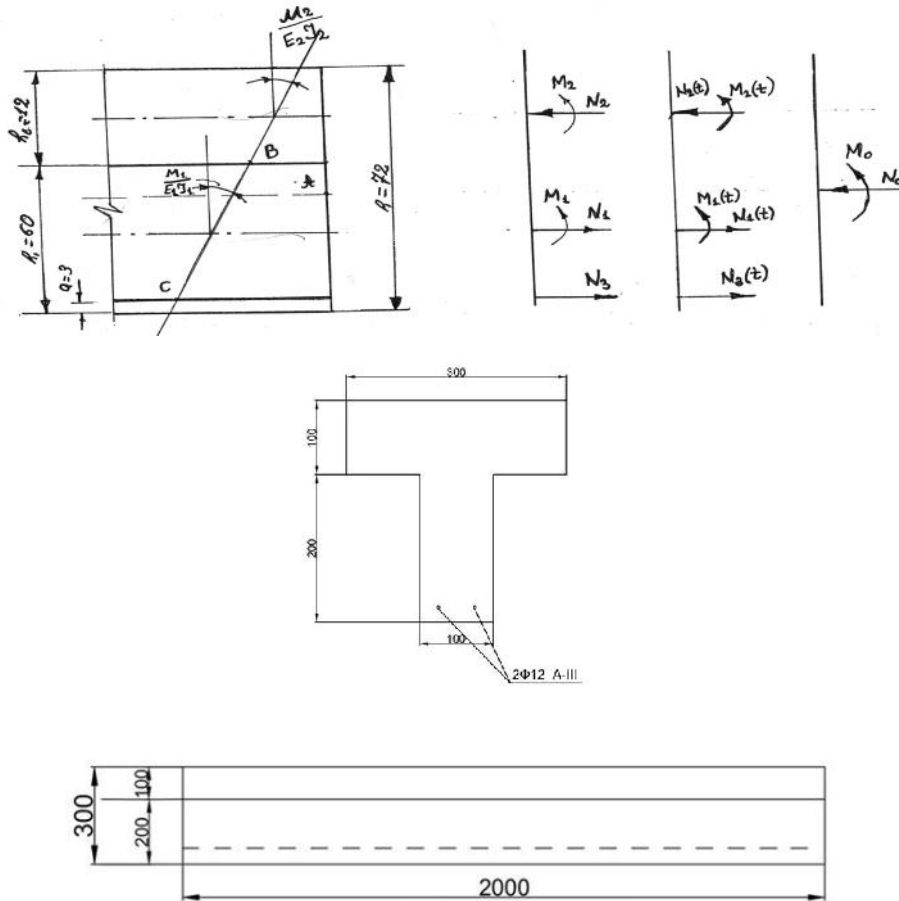
1. შესავალი

უკანასკნელი წლების განმავლობაში მსოფლიოში სამშენებლო ინდუსტრიამ მკვეთრი ნახტომით წაიწია წინ. რომ არაფერი ვთქვათ აშშ-ზე, აზიის რიგ ქვეყნებში, განსაკუთრებით ჩინეთში და არაბულ სახელმწიფოებში, ზალზედ სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს ახალი ქალაქების მშენებლობა, სადაც ძირითადად მაღლივი შენობები შენდება. ამის ძირითადი მიზეზი ტერიტორიების სიმცირე და მოსახლეობის სიჭარბეა. ასეთი ტიპის შენობებში ძირითადად მსუბუქი კონსტრუქციები გამოიყენება. არქიტექტორთა და კონსტრუქტორთა ფანტაზიის და შრომის შედეგად იქმნება ისეთი ტიპის შედგენილი კვეთის კონსტრუქციები, რომლებშიც ერთობლივად მუშაობენ რკინაბეტონი და ფოლადი, ფოლადი და კომპოზიტი, სხვადასხვა მახასიათებლის მქონე (სხვადასხვა კლასის) ბეტონები და ა. შ. ასეთ პირობებში მნიშვნელოვანია ამ ტიპის კონსტრუქციების მუშაობის კვლევა როგორც დრეკად, ისე პლასტიკურ სტადიაში. ჩემს წინა ნაშრომებში განხილული მქონდა შედგენილი კვეთის კონსტრუქციების, კერძოდ რკინაბეტონის კოჭის, თეორიული კვლევა ხანგრძლივი დეფორმაციების განვითარების პირობებში. მოცემულ ნაშრომში მიმოხილული გვაქვს ექსპერიმენტული კვლევის მოსამზადებელი ეტაპი. ექსპერიმენტის შედეგებს შემდგომ ნაშრომში განვიხილავთ.

2. ძირითადი ნაწილი

ექსპერიმენტის ჩასატარებლად დავამზადეთ შედგენილი კვეთის რკინაბეტონის 2 მ. სიგრძის ტესტური განივკვეთის კოჭი (ნახ.1).

თარო, რომლის ზომებია 30X10 სმ, დამზადდა B20 კლასის ბეტონისგან, ხოლო წიბო, ზომებით 10X20 სმ, დამზადდა B15 კლასის ბეტონისგან. გაჭიმულ ზონაში სამუშაოდ გამოვიყენეთ A-III კლასის არმატურა დიამეტრით 12 მმ. კოჭი დავამზადეთ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფკულტეტის სასწავლო და სამეცნიერო კვლევის ლაბორატორიაში. დამზადებული კოჭის სურათები მოცემულია ნახ.2-ში.



ნახ.1. შედგენილი კვეთის რკინაბეტონის კოჭი

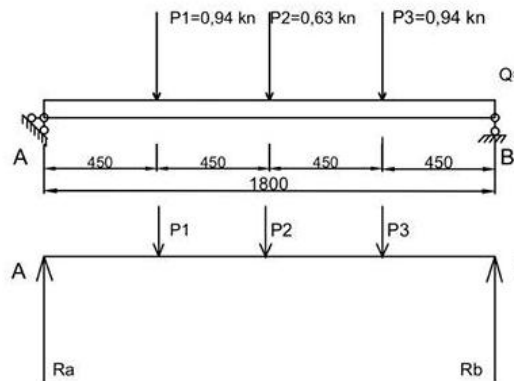
თავდაპირველად გადაწყვეტილი გეგმონდა კოჭი დაგვერტვირთა თავისივე იდენტური კოჭით (ნახ.3). ასეთნაირად დატვირთული კოჭის საანგარიშო სქემა მოცემულია ნახ 4-ზე. ექსპერიმენტი დავიწყეთ 2016 წლის მაისში. მთელი ზაფხულის განმავლობაში დატვირთულ კოჭზე დაკვირვებამ არანაირი შედეგი არ მოგვცა.



ნახ.2. რკინაბეტონის შედგენილი კვეთის კოჭი

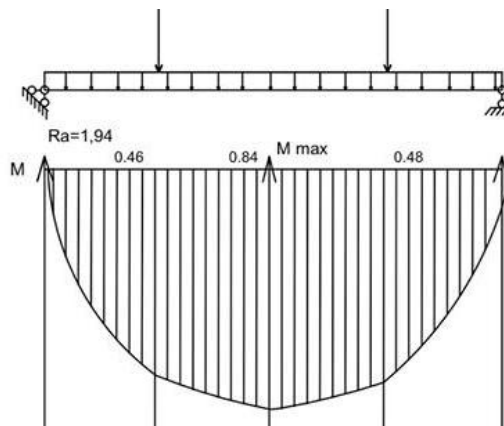


ნახ.3. დატვირთული კოჭი



ნახ.4. კოჭის საანგარიშო სქემა

გადავწყვიტეთ შეგვეცვალა დატვირთვის ფორმა. წინასწარ გამოვიანგარიშეთ ამტიპის ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოჭი, გამოვთვალოთ კრიტიკული ძალა, რომელმაც კოჭის რღვევა უნდა გამოიწვიოს. ამ ძალის მნიშვნელობამ 6,4 ტმ შეადგინა (ნახ.5,6).



ნახ.5. კრიტიკული ძალით დატვირთული კოჭის საანგარიშო სქემა



ნახ.ნ. დაუტვირთავი კოჭი

ჩვენი ექსპერიმენტის საბოლოო მიზანია, დავადგინოთ ხანგრძლივი დეფორმაციის განვითარების შედეგად აღძრული ძალების სიდიდის დადგენა, ასევე მათი გავლენა კონსტრუქციის მზიდუნარიანობაზე. თეორიულად გამოთვლილი გვაქვს ამ ტიპის კონსტრუქციაში აღძრული მდუნავი მომენტის და ძაბვების მნიშვნელობები დაძველების თეორიის და დაძველების მოდიფიცირებული თეორიების საფუძველზე. ექსპერიმენტმა უნდა გვიჩვენოს, რომელი თეორიით გამოთვლილი მნიშვნელობაა რეალურთან უფრო ახლოს. ამას სჭირდება დრო, და სწორედ ამიტომ დავამზადეთ იდენტური კოჭი, რომელსაც დავტოვებთ დატვირთვის ქვეშ და დავაკვირდებით. ამ ეტაპზე კი ექსპერიმენტით უნდა დავადგინოთ სწრაფად განვითარებული ძალები და დეფორმაციები. დატვირთვის რა მნიშვნელობისთვის ჩნდებიან პირველი ბზარები, რომლებიც ზედაპირზე ჯერ კიდევ არ ჩანან და რა დატვირთვას გაუძლებს საბოლოოდ კოჭი, რამდენად დაემთხვევა ეს შედეგი თეორიულად გამოთვლილ მნიშვნელობას.

3. დასკვნა

ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოჭის თეორიულმა გაანგარიშებამ გვიჩვენა, რომ კრიტიკული ძალის მნიშვნელობა, რომლის შემდეგაც კოჭი ექსპლუატაციისთვის უვარგისი ხდება, ტოლია 6,4 ტძ-ის, ანუ 64 კნ-ის.

ლიტერატურა

1., 1952, 324 .
2.,, 2 .130, 1988
3. მ. ლ. ჭანტურია. კომპლექსურ კონსტრუქციებში ცოცვადობის დეფორმაციების განვითარების პროგნოზირება. სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენ. “მშენებლობა და XXI საუკ.” მოსხენებები თბილისი 2005წ.
4. მ. ლ. ჭანტურია. ძალვათა ცვლილების ალბათური ბუნების გამოკვლევა რკინაბეტონის სტატიკურად ურკვევ კონსტრუქციებში ბეტონის ცოცვადობის დეფორმაციის მახასიათებლო მრუდების ალბათური ბუნების გათვალისწინებით. სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენ. “მშენებლობა და XXI საუკ.” მოსხენებები თბილისი 2005წ.

საბჭოთა პერიოდის მსხვილი საცხოვრებელი მასივების
რეკონსტრუქციის უცხოური გამოცდილება

თ. მახარაშვილი, გ. ხოფერია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მეოცე საუკუნის 50-70-იან წლებში საბჭოთა კავშირსა და მის მეზობელ ქვეყნებში სახოვრებელი მასივების აშენების შედეგად გამოწვეული რთული პრობლემების არქიტექტურულ-გეგმარებითი რეაბილიტაციის საინტერესო მაგალითები.

ამ გამოცდილების გათვალისწინებით შესაძლოა შემუშავდეს მეთოდი საქართველოში არსებული მსგავსი მასივების რეკონსტრუქცია-რეაბილიტაციისათვის.

საკვანძო სიტყვები: არქიტექტურულ-გეგმარებითი გადაწყვეტა; კარკასულ-პანელოვანი საცხოვრებელი მასივები; არქიტექტურული რეკონსტრუქციის პროექტი; საცხოვრებელი კორპუსების ექსპლუატაციის ვადის ამოწურვა; თანამედროვე მოთხოვნები; შენობა ნაგებობების მოდერნიზაცია; სარეკრეაციო ზონა.

1. შესავალი

მეორე მსოფლიო ომის შემდგომ პერიოდში, 40-50 იანი წლების მიჯნაზე, საბჭოთა კავშირში და ევროპის სოციალისტურ ქვეყნებში დაიწყო მთელი რიგი საცხოვრებელი მასივების ინტენსიური მშენებლობები, დაგეგმარებული ძირითადად ხუთსართულიანი კარკასულ-პანელოვანი კორპუსებით, რომლებიც მოკლებულნი იყვნენ მსატრულ-არქიტექტურულ ღირებულებებს. შენობათა ექსპლუატაციის ვადა გათვლილი იყო 25-40 წელზე, აქედან გამომდინარე ეს ნაგებობები დღეისათვის არიან ნაწილობრივ ან მთლიანად ამორტიზებული.

ზემოაღნიშნული ფაქტორები განაპირობებენ მათი რეკონსტრუქციის ან სრულად განახლების აუცილებლობას. პოსტსაბჭოთა სივრცეში, მათ შორის თბილისშიც, მთელი რიგი მსხვილი საცხოვრებელი მასივები სავალალო მდგომარეობაშია, სამწუხაროდ მათი რეაბილიტაცია-რეკონსტრუქციის მიმართულებით ნაბიჯები ჯერ არ გადადგმულა.

ამ პრობლემების მოგვარების მაგალითები მრავლად არსებობენ, ისინი შეგვიძლია მოვიძიოთ, როგორც მთელ პოსტსაბჭოთა სივრცეში, ასევე ყოფილ ევროპულ სოციალისტურ ქვეყნებშიც.

2. ძირითადი ნაწილი

პირველი კარკასულ-პანელოვანი ექსპერიმენტალური პროექტი დამუშავდა და რეალიზდა 1948 წელს მოსკოვში სოკოლნიკის მთაზე და ხოროშევსკის მოსეზე, (ავტორი არქიტექტორი ვ. პ. ლაგუტერნკო). ეს იყო ოთხსართულიანი ლითონის კარკასიანი შენობა, მოგვიანებით, დიდი ხარჯის გამო, ლითონის კარკასი შეიცვალა ანაკრები რკინაბეტონით.

50-იან წლების მეორე ნახევარში (ხრუშჩოვის მმართველობის პერიოდი), საბჭოთა კავშირსა და მის მეზობელ სოციალისტურ ქვეყნებში, დაიწყო მთელი რიგი საცხოვრებელი მასივების მშენებლობები, სადაც უარი ითქვა ძვირადღირებულ არქიტექტურულ ელემენტებზე. ფასადები გახდა მსატრულ-არქიტექტურული

-

«

»

თვალსაზრისით მშრალი და უინტერესო, საცხოვრებელი სათავსების ფართები შემცირდა მინიმუმამდე, ჭერი დადაბლდა 2,5 მეტრამდე, სადარბაზოები- მცირე გაბარიტიანი, სართულიანობა მერყეობდა 4 დან 5 მდე, ვინაიდან იმ დროინდელი სტანდარტებით ხუთი სართულის ჩათვლით კორპუსები არ საჭიროებდნენ ლიფტით და სანაგვე კომუნიკაციით აღჭურვას. უნდა აღინიშნოს, რომ მოგვიანებით 1964 წლიდან (ბრეჟნევის მმართველობის პერიოდის საწყისი ეტაპი) იგივე გეგმარების ტიპური პროექტები გადაკეთდა 8-9 სართულიანებად და შესაბამისად დაემატა ლიფტები და სანაგვე ბუნკერები, ოდნავ 5-10 სანტიმეტრით ამაღლდა ჭერი. ამ ნაგებობების დიდ ნაკლად იყო მიჩნეული ცუდი თბო და ჰიდროიზილაცია, რაც გამოწვეული იყო საშენი მასალის ეკონომიით. ამასთან, იმ პერიოდში, ამ მასივების დაგეგმარებისას, დიდი ყურადღება ექცეოდა საპროექტო ქალაქგეგმარებითი ნორმების დაცვას, რაც დღევანდელი გადასახედიდან დადებითად უნდა შეფასდეს.

80-იანი წლების მიწურულს, საბჭოთა იმპერიის რღვევის, გერმანიის გაერთიანების და სოციალისტური ბანაკის დაშლის შედეგად მსოფლიოში გაჩნდა მრავალი ახალი სუვერენული სახელმწიფო.

სწორედ ამ პერიოდში, კერძოდ გაერთიანებულ გერმანიაში, მწვავედ დადგა ზემოაღნიშნული 50-70 წლებში აშენებული მასივების პრობლემის გადაწყვეტის აუცილებლობა. უპირველესი მიზეზები იყო ექსპლუატაციის ვადის ამოწურვა, უფერული არქიტექტურულ-მხატვრული იერსახე და არასაკმარისი კომფორტი.

გერმანიის დემოკრატიულ რესპუბლიკაში სოციალისტური მმართველობის დროს, ინტენსიურად და დიდი მასშტაბებით მიმდინარეობდა ასეთი ტიპის დასახლებული რაიონების მშენებლობა, შედეგად შეიქმნა ძალიან ბევრი მსხვილი საცხოვრებელი მასივი, რომლებიც აუფერულდნენ და არღვევდნენ ქალაქის საერთო იერსახეს.

გერმანიის გაერთიანების შემდეგ ამ პრობლემის მოსაგვარებლად ბევრი სამუშაო ჩატარდა იმ მიმართულებით, რომ შეცვლილიყო საცხოვრებელი მასივების სტრუქტურა, კერძოდ მოხდა მათი დიფერენციაცია იერსახის, ვარგისიანობის და კომფორტის მიხედვით, რის შედეგად გამოიკვეთა სარეკონსტრუქციოდ ვარგისი და უვარგისი ნაგებობები. ამ და სხვა მნიშვნელოვანი წინასაპროექტო კვლევების შედეგად დაიწყო ქალაქების მასივების ძირეული რეკონსტრუქციის საპროექტო სამუშაოების შესრულება. აქედან გამომდინარე შემუშავდა ყოველი მასივისთვის კონკრეტული არქიტექტურულ-ქალაქგეგმარებითი გადაწყვეტა, რომელიც ითვალისწინებდა კონცეპტუალურ მრავალფეროვნებას თანამედროვე სტანდარტების გათვალისწინებით, კერძოდ: შენობების მოდერნიზაცია-შეკეთებას, ბინების გეგმარების და ფართის გაუმჯობესებას, კომფორტის ამაღლებას, კორპუსების სივრცულ-კომპოზიციურ გადაწყვეტის ცვლილებებს.

საინტერესო ექსპერიმენტული პროექტი განხორციელდა ქ. ლაიპციგში. აქ ავარიული და მორალურად მოძველებული კორპუსები დემონტირებული იქნა, რამაც გამოიწვია დიდი თავისუფალი ე.წ. „შუალედური სარგებლობის ფართის“ შექმნა, რომელიც დროებით დაიტვირთა გამწვანებული ზონებით (ბაღები, პარკები, სათამაშო მოედნები). ძველი ნაგებობებისგან განთავისუფლებული ტერიტორია ახლებურად დაგეგმარების საშუალებას იძლეოდა, ახალი დაგეგმარება განხორციელდა თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად, დაპროექტდა და აშენდა შედარებით დაბალსართულიანი განაშენიანება, გაიზარდა საცხოვრებელი ფართები, მოეწყო ავტოსადგომები და სარეკრეაციო ზონები.

2001 წლის ოქტომბერში გერმანიის საბინაო საქმის ფედერალურმა სამინისტრომ გამოაცხადა კონკურსი “stadtumbau ost”. კონკურსის მიზანი იყო, ხელი შეეწყო ქალაქების ძველი საცხოვრებელი მასივების გარდაქმნისათვის საჭირო ნოვატორული

იდევების განხორციელებისათვის. ფედერაციამ შეარჩია 259 ქალაქი და აღმოსავლეთ ბერლინის 10 კვარტალი. კონკურსი დასრულდა 2002 წლის სექტემბერში 34 ქალაქის გარდაქმნის კონცეპციაზე პრემიის გაცემით. შემუშავებულ იქნა გარკვეული სტანდარტები, რის მიხედვითაც თითოეული პროექტი მოიცავდა კონცეპციას მთელი ქალაქის განვითარებისათვის, რომელიც შედგებოდა ქალაქის არსებული მდგომარეობის გეგმისა და საპროექტო გეგმისაგან, ასევე კონცეპციას კონკრეტულად ქალაქის ერთი ან ორი უბნისათვის.

კონცეპციის შეფასებისათვის შემდეგი თემები იყო პრიორიტეტული:

- ქალაქის გარდაქმნის ნიმუშები;
- ქალაქის გარდაქმნის სტრატეგიები ძველი უბნისათვის;
- ქალაქის განვითარების სტრატეგიები ახალი უბნებისათვის;
- ტექნიკური და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარება;
- ქალაქებისა და რეგიონების მმართველობის კოოპერაცია;
- სამშენებლო კულტურის ასპექტების წარმოჩენა ქალაქის გარდაქმნის ფარგლებში.

საინტერესო საქალაქმშენებლო სამუშაოები ჩატარდა ქ. ლაინეფელდეში, ეს იყო პატარა სოფელი, რომელიც გდრ-ის პერიოდში ინდუსტრიულ ქალაქად გარდაიქმნა. გერმანიის გაერთიანების შემდეგ, ქარხნების დიდი ნაწილი გაუქმდა, გაიზარდა უმუშევართა რიცხვი, რამაც გამოიწვია მოსახლეობის მიგრაცია და საცხოვრებელი მასივების, (რომლებიც აშენდა 1960-80 წწ), დაცარიელება. ამ პროცესის შესაჩერებლად საჭირო გახდა ახალი სამუშაო ადგილების შექმნა და საცხოვრებელი განაშენიანების ხარისხის ამაღლება. (რასაც ხელს უწყობდა შემდეგი პროგრამები “stadtumbau ost”, „სოციალური ქალაქი - ქალაქის უბნები განახლების განსაკუთრებული საჭიროებით“ და „ახლადაშენებული მსხვილი საცხოვრებელი მასივების საქალაქმშენებლო მასივების პროგრამა“). შეიქმნა ახალი სოციალური ინფრასტრუქტურა, გაკეთდა ერთგვარი გზა-ღერძი, რომელიც აკავშირებს უკვე მოდერნიზებულ უბანს ქალაქის უკიდურეს სამხრეთ ნაწილთან. სარეკონსტრუქციო ზონაში აიღეს შენობები და მათ ადგილზე უფრო დაბალსართულიანი თანამედროვე შენობები ააშენეს, კორპუსების დიდ ნაწილს ჩაუტარდა სარეკონსტრუქციო სამუშაოები, დიდი ყურადღება მიექცა სტრუქტურულად მაღალი ხარისხის მოცულობით გადაწყვეტას. ქალაქის გარდაქმნის შედეგად გაჩნდა საკმაოდ დიდი თავისუფალი ტერიტორია, რაც გამოყენებული სარეკონსტრუქციო ზონის შესაქმნელად.

პროგრამა “stadtumbau ost” ეფექტურად განხორციელდა აგრეთვე ქ. ეგეზინში, რომელიც მდებარეობს ჩრდილო-აღმოსავლეთ გერმანიაში. 1930-იან წლებში აქ მდებარეობდა პატარა დაბა 3000 მოსახლით. 1950-იან წლებში აქ აიგო ყაზარმები და საგარნიზონო ქალაქად გარდაიქმნა, 1970-იანებში კი აშენდა მსხვილპანელიოვანი კორპუსები. გერმანიის გაერთიანების შემდეგ მიღებულ იქნა დადგენილება საცხოვრებელი კორპუსების საფუძვლიანი გაუმჯობესების შესახებ. თავიდან მხოლოდ პირველი სართულები გადაგეგმარდა, ხოლო შემდგომ, გადაკეთდა ყველა ბინა. შეიცვალა კორპუსების ფასადები. ამ სამუშაოების შედეგად, ქალაქმა სრულიად ახალი სახე შეიძინა. შემდგომ ეტაპზე მოხდა ნაგებობების ნაწილობრივი დაშლა და რეკონსტრუქცია, ბევრ ადგილას განხორციელდა მათი სრული დემონტაჟი, დაგეგმარდა ახალი, თანამედროვე ტიპის ნაგებობები. ქ. ეგეზინის გარდაქმნა ამით არ ამოიწურება, ამჟამად მოქმედებს ქალაქის პერსპექტიული განვითარების გეგმა 2020 წლამდე.

ოდერის შედეგი არის ტიპური აღმოსავლეთ გერმანული ქალაქი, სადაც სოციალიზმის პერიოდში აშენდა, ბლოკურ-პანელიოვანი კორპუსებიანი მასივები, რომლის შექმნაც დაკავშირებულია ცალკეულ ინდუსტრიულ საწარმოებთან და

-

«

»

ქალაქის ფაბრიკასთან. 1998 წელს შემუშავდა პროექტი, რომელიც ითვალისწინებდა 3000 ბინის დანგრევას, მაგრამ აღმოჩნდა, რომ ბინების დაცარიელება მოსალოდნელზე სწრაფი ტემპით მოხდა, ამიტომ შემუშავდა კორპუსების ნაწილობრივი დაშლის და ქალაქის ცენტრის და ძველი უბნების გაუმჯობესების პროექტი.

ამავე ქალაქის საცხოვრებელ რაიონ კიულცში, რომელიც განაშენიანებული იყო ხუთსართულიანი პანელოვანი სახლებით, პატარა საბინაო ფართობით, უფანჯრო სამზარეულოთი და ა.შ. დაისვა საკითხი ბინების გაუმჯობესების თაობაზე. შეიქმნა სამშენებლო საზოგადოება, რომელიც მიზნად ისახავდა საბინაო ფართის გაზრდის მიზნით ახალ მიშენება-დაშენებას, ბინის დაგეგმარების ცვლილებას, ლიფტების დაყენებას, აივნის გაფართოებას და ფასადის იერსახის გაუმჯობესებას.

გერმანიაში ჩატარებული საცხოვრებელი მასივების გარდაქმნის მაგალითების გარდა, შესაძლებელია პოსტსაბჭოური ქვეყნების გამოცდილების გაზიარებაც. 1950-70 წლების საცხოვრებელი მასივები მრავლად შეიქმნა საბჭოთა კავშირში, მათ შორის ერთ-ერთი პირველი იყო მოსკოვის სამხრეთ-დასავლეთით მდებარე რაიონი „ჩერიომუში“, რომლის ძირითადი ნაწილი განთავსებული იყო პროფკავშირელთა ქუჩის გასწვრივ, აქ პირველად გამოყენებული იქნა ხუთსართულიანი პანელოვანი სახლები „ხრუშოვკა“, შემდგომ რვა-ცხრასართულიანები „ბრეჟნეჟკა“. 1990-იან წლებში რაიონის ბევრმა კორპუსმა თავისი ექსპლუატაციის ვადა ამოწურა, ჩატარებულმა კვლევებმა ცხადყვეს, რომ პირველ ნაკადში აშენებული კორპუსები „ხრუშოვკები“ თითქმის ამორტიზებული იყო, რის გამოც მიღებულ იქნა დადგენილება მათი დემონტაჟის შესახებ. უნდა აღინიშნოს, რომ იმ პერიოდში, როდესაც ეს რაიონი აშენდა, „ჩერიომუში“ გახლდათ მოსკოვის გარეუბანი (ამავე სახელწოდების პატარა სოფელი), ქალაქის სწრაფი ზრდის შედეგად, 50 წლის შემდეგ, ეს მასივი მის ცენტრალურ ნაწილში აღმოჩნდა. შესაბამისად დღეს ის, თავისი მდებარეობით, წარმოადგენს პრესტიჟულ უბანს, აქედან გამომდინარე ინვესტორები დაინტერესდნენ ამ ტერიტორიის შესყიდვით და იქ ახალი მაღალხარისხოვანი საცხოვრებელი რაიონის შექმნით, რომელიც უკვე განხორციელდა.

1990-2000 წლებში ქ. ყაზანში შემუშავდა არქიტექტურული რეკონსტრუქციის პროექტი, რომელიც ითვალისწინებდა „ხრუშოვკის“ ტიპის კორპუსებზე (კერძოდ ხუთსართულიანებზე) მეექვსე საცხოვრებელი სართულის დაშენებას და მიღებულ სივრცეში ახალი ბინების განთავსებას, არსებული ძველი ფასადების გაუმჯობესებას, ეზოებში ავტოსადგომების შექმნას და სარეკრეაციო ზონის მოწყობას. ამგვარად მოდერნიზებული იქნა ორი სახლი კოროლენკოს ქუჩასა და იბრაჰიმოვის პროსპექტზე. სამწუხაროდ მობინადრეთა კორპუსიდან დროებით გაყვანაის პრობლემების გამო, პროექტის შემდგომი განხორციელება ვეღარ მოხერხდა.

2007 წელს ქ. უფაში ოქტომბრის პროსპექტზე განხორციელდა კორპუსებზე ორსართულიანი დაშენება, სადაც განათავსეს 16 ორდონიანი (დუბლექსი) ორ და სამოთახიანი საცხოვრებელი ბინები. სამუშაოს შემსრულებელი იყო ჩეხური სამშენებლო ფირმა „ბრნო“, რომელსაც ამ ტიპის დაშენებათა შესრულების დიდი გამოცდილება ჰქონდა. ჩატარებულმა სამუშაოებმა ცხადყვეს პროექტის არარენტაბელურობა და ამიტომაც პროექტით გათვალისწინებული შემდეგი 5 კორპუსის რეკონსტრუქცია აღარ შემდგარა.

მსგავსი ექსპერიმენტები ყოფილი საბჭოთა კავშირის კიდევ არაერთ ქალაქში ჩატარდა (სანკტ-პეტერბურგი, ჩელიაბინსკი, მაგნიტოგორსკი და ა.შ.) გერმანიის მაგალითებისგან განხვავებით შედეგები ყველგან არაერთგვაროვანი და ნაკლებად ეფექტური აღმოჩნდა.

-

«

»

3. დასკვნა

ამრიგად, საბჭოთა პერიოდის მსხვილი საცხოვრებელი მასივების რეკონსტრუქციის უცხოური გამოცდილება კარგ მაგალითს წარმოადგენს იმისათვის, რომ გავითვალისწინოთ ყველა ეს მეთოდები საქართველოში არსებული ამ ტიპის მასივების რეკონსტრუქცია-რეაბილიტაციის არქიტექტურულ-გეგმარებითი გადაწყვეტისათვის, ყველა იმ სოციალური და ეკონომიკური პირობების გათვალისწინებით, რაც დამახასიათებელია ჩვენი ქვეყნისთვის, აღსანიშნავია, რომ მასივების რეკონსტრუქცია დიდ სოციალურ ეკონომიკურ პრობლემებთანაა დაკავშირებული, მაგრამ ამ პრობლემის კონცეპტუალურ და არქიტექტურულ-გეგმარებითი გააზრება ძალზე აქტუალური და მნიშვნელოვანია.

ლიტერატურა

1. მახარაშვილი გ. მახარაშვილი - თბილისის პოსტსაბჭოთა პერიოდის ურბანული და საცხოვრებელი განაშენიანების განვითარების წინამძღვრები. სტუ-ს სამეცნიერო შრომების კრებული - 4 (470), თბილისი 2008 წ. გვ. 15

2. // 1986. - 4. -88

3. 5- 1997; 15. სტ-37

ორთოცენტრული სამკუთხედის პერიმეტრი

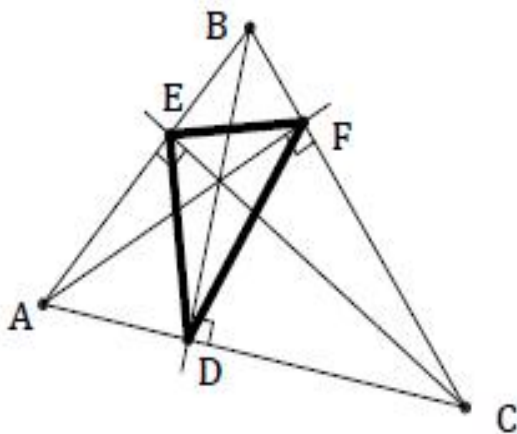
მ. ბეგიაშვილი, ნ. მუმლაძე, თ. შუბითიძე
 (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას № 77,0175,
 თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ორთოცენტრული სამკუთხედის თვისება: მახვილკუთხა ABC სამკუთხედში ჩახაზული ორთოცენტრული სამკუთხედის პერიმეტრი არის ყველაზე მცირე მასში ჩახაზული ნებისმიერი სამკუთხედის პერიმეტრთან შედარებით. ნაშრომში წარმოდგენილია აღნიშნული თვისების გრაფიკული ინტერპრეტაცია გეომეტრიული გარდაქმნის (სიმეტრიის) გამოყენებით. ABC სამკუთხედის და მასში ჩახაზული ორთოცენტრული სამკუთხედის, ასევე იგივე მახვილკუთხა სამკუთხედში ჩახაზული ნებისმიერი სამკუთხედის ღერძული სიმეტრიით გარდაქმნა ამ თვისებას ადასტურებს გეომეტრიული ფორმულირების გარეშე. ორთოცენტრული სამკუთხედის პერიმეტრთან დაკავშირებული საკითხი გეომეტრიაში განიხილება არსებული თეორემის დამტკიცებით.

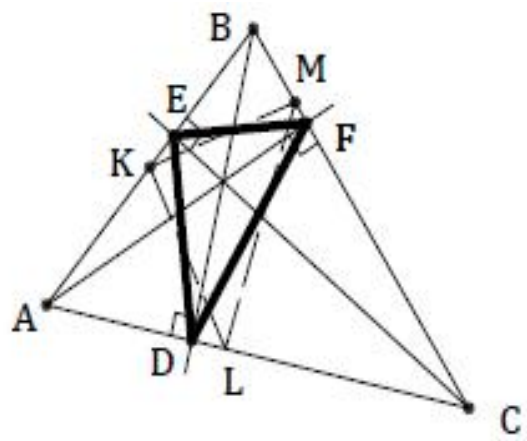
საკვანძო სიტყვები: ორთოცენტრული სამკუთხედი, პერიმეტრი, გეომეტრიული გარდაქმნა, სარკული სიმეტრია, ბრტყელი პარალელური გადაადგილება, კონგრუენტული სამკუთხედები.

1. შუსაგალი

ABC მახვილკუთხა სამკუთხედის ორთოცენტრული სამკუთხედი მიიღება თუ A , B , C წვეროებიდან გაივლება წრფეები მოპირდაპირე გვერდების მართობულად. მართობების გვერდებთან გადაკვეთის წერტილების შეერთებით განისაზღვრება ორთოცენტრული სამკუთხედი DEF (სურ.1). $\triangle ABC$ -ში ჩახაზება ასევე ნებისმიერი $\triangle KLM$ (სურ.2). $\triangle KLM$ გამოსახულია წყვეტილი ხაზით.



სურ. 1

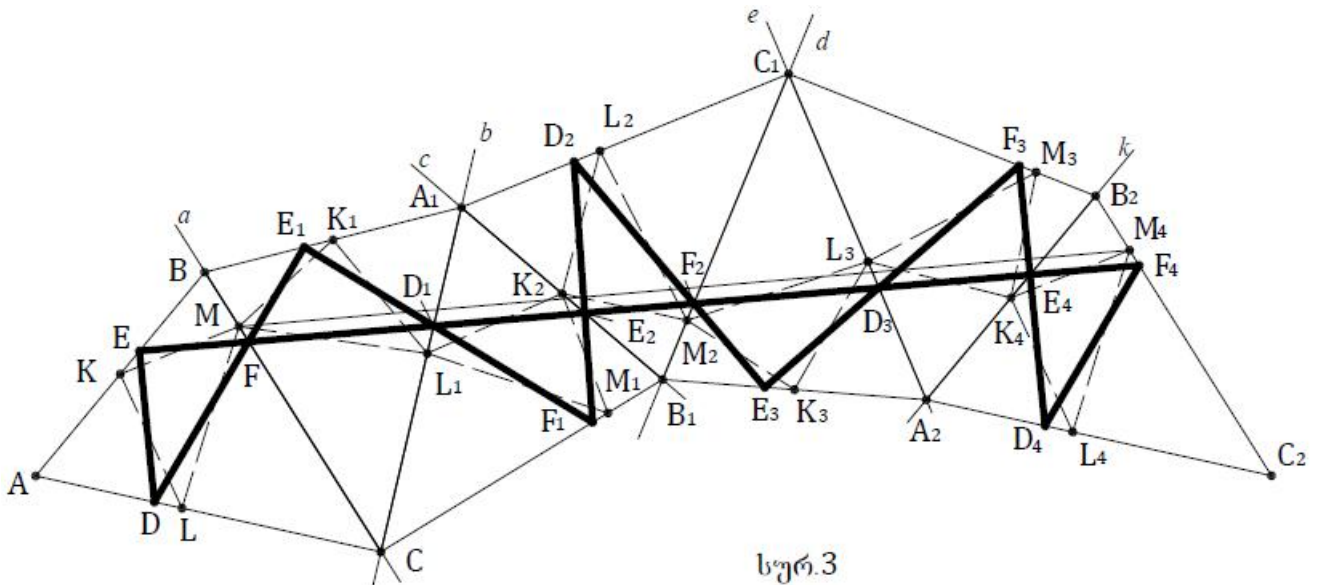


სურ. 2

2. ძირითადი ნაწილი

$\triangle ABC$ -ს მასში ჩახაზული $\triangle DEF$ და $\triangle KLM$ -თან ერთად გარდავქმნათ ღერძული სიმეტრიით. სიმეტრიის ღერძები $\triangle ABC$ -ს გვერდებზე გავლებული a , b , c , d , e , k

წრფეებია (სურ.3). გეომეტრიული გარდაქმნა შესრულდება სიმეტრიის ღერძების მიმართ, აღნიშნული თანამიმდევრობით: [BC]-ზე გაივლება α ღერძი, α ღერძის მიმართ $\triangle ABC$, $\triangle DEF$ და $\triangle KLM$ -ის სიმეტრიული სამკუთხედებია. $\triangle A_1BC$, $\triangle D_1E_1F$ და $\triangle K_1L_1M$. [A₁C]-ზე გაივლება b ღერძი, b ღერძის მიმართ $\triangle A_1BC$, $\triangle D_1E_1F$ და $\triangle K_1L_1M$ -ის სიმეტრიული სამკუთხედებია: $\triangle A_1B_1C$, $\triangle D_1E_2F_1$ და $\triangle K_2L_1M_1$. [A₁B₁]-ზე გაივლება c ღერძი. c ღერძის მიმართ $\triangle A_1B_1C$, $\triangle D_1E_2F_1$ და $\triangle K_2L_1M_1$ -ის სიმეტრიული სამკუთხედებია: $\triangle A_1B_1C_1$, $\triangle D_2E_2F_2$ და $\triangle K_2L_2M_2$ [B₁C₁]-ზე გაივლება d ღერძი, d ღერძის მიმართ $\triangle A_1B_1C_1$, $\triangle D_2E_2F_2$ და $\triangle K_2L_2M_2$ -ის სიმეტრიული სამკუთხედებია: $\triangle A_2B_1C_1$, $\triangle D_3E_3F_2$ და $\triangle K_3L_3M_2$. [A₂C₁]-ზე გაივლება e ღერძი, e ღერძის მიმართ $\triangle A_2B_1C_1$, $\triangle D_3E_3F_2$ და $\triangle K_3L_3M_2$ -ის სიმეტრიული სამკუთხედებია: $\triangle A_2B_2C_1$, $\triangle D_3E_4F_3$ და $\triangle K_4L_3M_3$. [A₂B₂]-ზე გაივლება ღერძი. k ღერძის მიმართ $\triangle A_2B_2C_1$, $\triangle D_3E_4F_3$ და $\triangle K_4L_3M_3$ -ის სიმეტრიული სამკუთხედებია: $\triangle A_2B_2C_2$, $\triangle D_4E_4F_4$ და $\triangle K_4L_4M_4$.



სურ.3

$\triangle ABC$ -ს ღერძული სიმეტრიით მიიღება ექვსი კონგრუენტული სამკუთხედის კომპოზიცია, სადაც საწყისი სამკუთხედი არის $\triangle ABC$, საბოლოო კი $\triangle A_2B_2C_2$. შესაბამისად $\triangle ABC$ -ში ჩახაზული $\triangle DEF$ და $\triangle KLM$ ექნებათ ექვსი კონგრუენტული სამკუთხედი. $\triangle A_2B_2C_2$ შეიძლება განვიხილოთ, როგორც $\triangle ABC$ -ს პარალელური გადაადგილების შედეგად მიღებული სამკუთხედი. გარდაქმნის შედეგად ორთოცენტრული $\triangle DEF$ -ს გვერდები განლაგდება ერთ [FF₄] მონაკვეთზე. [FF₄] მონაკვეთი შედგება ორი [EF]-ის ტოლი მონაკვეთისგან, ორი [FD]-ის ტოლი და ორი [DE]-ის ტოლი მონაკვეთებისგან. ე. ი. [FF₄] მონაკვეთი ტოლია $\triangle DEF$ -ის გაორმაგებული პერიმეტრის. $\triangle KLM$ -ის გარდაქმნის შედეგად მიიღება M და M₄ წერტილების შემაერთებული ტეხილი, რომელიც მეტია [FF₄] მონაკვეთზე. [FF₄]-ის ტოლი და პარალელურია [MM₄]. ([FF₄], [MM₄], [MF] და [M₄F₄] მონაკვეთებით იქმნება პარალელოგრამი). წარმოდგენილი გრაფიკული გამოსახულება გეომეტრიული ფორმულების გარეშე თვალსაჩინოდ გვიჩვენებს, რომ ორთოცენტრული $\triangle DEF$ -ის

-

«

»

პერიმეტრი არის მცირე ΔKLM -ის პერიმეტრზე. ეს თვისება ვრცელდება მახვილკუთხა სამკუთხედში ჩახაზულ ნებისმიერ სამკუთხედზე.

3. დასკვნა

მახვილკუთხა სამკუთხედში ჩახაზული ორთოცენტრული სამკუთხედის პერიმეტრის თვისება ცნობილი გეომეტრიული კანონზომიერებით მტკიცდება. წარმოდგენილი გრაფიკული მეთოდით თვისების დამტკიცება არის თვალსაჩინო მაგალითი იმის, თუ გარდაქმნის შედეგად როგორ ინარჩუნებს ფიგურა გეომეტრიულ თვისებებს და მარტივად განსაზღვრავს ორთოცენტრული სამკუთხედის პერიმეტრს.

ლიტერატურა

1. . . . , 1966 .
2. . . . ,,, 2009 .
3. . . . ,, ,, 1966 .

თბილისის საპარკო რეკონსტრუქციული ლანდშაფტების ფორმირება XIX-XX საუკუნეებში (საბჭოთა და პოსტსაბჭოთა პერიოდი)

თ. მახარაშვილი გ. ხელაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 68, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატია მოიცავს როგორც თბილისის საბაღე-საპარკო კულტურის განვითარების რეტროსპექტივას XIX-XX საუკუნეებში, ასევე მათ დიფერენციაციას და პრობლემებს, რომლებიც წარმოიშვა ამ წლების განმავლობაში. ნაშრომში განხილულია როგორც საბჭოთა, ასევე პოსტსაბჭოთა პერიოდები და თბილისის სარეკრეაციო ტერიტორიების ფორმირების რეტროსპექტიული ანალიზი.

საკვანძო სიტყვები: ლანდშაფტის არქიტექტურა, თბილისის საბაღე-საპარკო კულტურა, რეკრეაციული ზონები, ლოკალური სივრცეები.

1. შესავალი

მიუხედავად იმისა, რომ თბილისის საბაღე-საპარკო თანამედროვე განვითარება არც ისე მრავალ წელს ითვლის, მისი ისტორია საკმაოდ მასშტაბური და დინამიურია. თბილისის ურბანულ ნაწილში რეკრეაციული ტერიტორიების პრობლემები დღითიდღე უფრო და უფრო აქტუალური ხდება, თუმცა იმისათვის, რომ გავაანალიზოთ არსებული სიტუაცია, საჭიროა, განვიხილოთ მისი ისტორია და ის განსხვავებული ეტაპები, რომლებიც ქალაქმა გაიარა ამ წლების განმავლობაში, რამაც თავისებური კვალი დატოვა თბილისის ლანდშაფტური არქიტექტურის განვითარებაში.

2. ძირითადი ნაწილი

XIX საუკუნის პირველი ნახევრის თბილისის გეგმარებიდან ნათლად ჩანს, თუ როგორ ვითარდება ქალაქის გამწვანება. 1828 წლის თბილისის საერთო გეგმაზე ჩანს, ქალაქის ყველაზე მჭიდროდ დასახლებულ ნაწილთან მდებარე, სოლოლაკის, სეიდაბადის და ახლანდელი ბოტანიკური ბაღის ძველი მასივები. შედარებით უფრო მცირე ტერიტორიის ბაღებს უშუალოდ ქალაქის ტერიტორიაზეც ვხვდებით.

ქ. თბილისის განაშენიანების გაფართოებასთან დაკავშირებით ინტენსიურად იჩნებოდა ძველი, მწვანე მასივები და მათ ადგილს იკავებდა ქალაქის ახალი საცხოვრებელი კვარტლები და სამრეწველო რაიონები. ამ მიზნით XIX საუკუნის 40-60-იან წლებში ძველი ბაღების უმეტესობა უკვე გაყიდული და გაჩეხილი იყო.

XIX საუკუნის მეორე ნახევარში, კაპიტალისტური ეპოქისთვის დამახასიათებელი ქალაქის ინტენსიური ზრდის პირობებში, ბევრი რამ შეიცვალა. ზოგიერთი დადებითი ქალაქმშენებლობითი გააზრება დაიკარგა, მაგრამ ზოგი დღესაც ქალაქის ღირსებას წარმოადგენს. უარყოფითად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ ამ პერიოდში მნიშვნელოვნად გაიზარდა განაშენიანების სიმჭიდროვე. შენობები ქუჩის გასწვრივ პერიმეტრალურად, ერთმანეთის მომიჯნავედაა განლაგებული; თუმცა არქიტექტორების მიერ ე.წ. კურდონერული გადაწყვეტის ხერხის გამოყენებით - წითელი ხაზები და შენობის შიგნით შეწვევისა და წინ პატარა გამწვანებული ეზოების შექმნით, ზოგიერთი ქუჩის განაშენიანების ჩაკეტილი იერი ამ გარღვევებით შერბილებულ და გამდიდრებულ იქნა.

განაშენიანების სიმჭიდროვის ზრდის მიუხედავად, პროექტით გათვალისწინებულ კვარტალში გამწვანებული ზონის შექმნის პროგრესული პრინციპი ნაწილობრივ მაინც ხორციელდებოდა.

-

«

»

1833-35 წლებში შედგენილი თბილისის გეგმის ანალიზით ჩანს, რომ ქალაქის ახალი რაიონების გეგმიური განაშენიანება დაიწყო. მართალია, თბილისის ქალაქმშენებლობაში შემოიჭრა ამ დროისთვის უცხო, ქუჩების ქსელის რეგულარული სისტემა, მაგრამ ის გააზრებულად, სხვადასხვა მნიშვნელოვან ფაქტორებთან დაკავშირებით იქნა გამოყენებული.

XIX საუკუნის პირველ ნახევარში, თბილისში დაიწყო საზოგადოებრივი დანიშნულების ბაღების მოწყობაც. პირველი ევროპული ტიპის ბაღი, რომელიც საზოგადოებრივი დანიშნულების იყო, გაშენდა ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნის 20-იან წლებში, სოლოლაკის ძველი მასივის ერთი ნაწილის ბაზაზე. ახალი ბაღების მშენებლობა მიმდინარეობდა მტკვრის მარცხენა სანაპიროზეც, კერძოდ, საქართველოში შიიტთა სამღვდელთა მთავარმა მუშტაიდმა, უდროოდ გარდაცვლილი ქართველი მეუღლის პატივსაცემად, მდინარის პირას საფუძველი ჩაუყარა ბაღს, რომელიც მუშტაიდის სახელწოდებით იყო ცნობილი, ბაღი ირწყვებოდა მტკვრიდან გამოყვანილი ე.წ. “გერმანული არხის” საშუალებით. შემდგომ მისი დიდი ნაწილი საქალაქო მნიშვნელობის სასეირნო ბაღი გახდა. 1896 წლისთვის ბაღის ტერიტორიაზე არსებობდა სხვადასხვა დანიშნულების გასართობი ობიექტები. ბაღის გაგრძელებაზე, მტკვრის მარცხენა სანაპიროზე, გაშლილი იყო კოლონიები მრავალი ბოსტნითა და ხეხილის ბაღებით. თავისი დაგეგმარებით და მცენარეული კომპოზიციით მუშტაიდის ბაღი გამოირჩეოდა თბილისში იმ დროისთვის არსებულ ბაღებს შორის.

იმ პერიოდში თბილისში 12 მოედანი არსებობდა. მათგან ყველაზე მნიშვნელოვანი “ერევნის მოედანი” იყო. მის შუაგულში დიდი ზომის ლამაზი შადრევანი ყოფილა მოწყობილი. ეს შადრევანი 1851 წელს აუშენებიათ, ხოლო წყალი მასში სოლოლაკის წყაროებიდან გამოუყვანიათ. 1848 წლიდან, ახლანდელი რუსთაველის პროსპექტის გასწვრივ, მოხდა ნარგავების რიგობრივი განთავსება, ეს იყო ქუჩის გამწვანების პირველი ცდა თბილისში, ხოლო მომდევნო წლიდან დაიწყო ქალაქის ქუჩების მასიურად გამწვანება და სხვადასხვა უბნებში სკვერების მშენებლობა. ყოფილი “ერევნის მოედნის” მოსახლვრედ იქ, სადაც ადრე დიდი ბაზრის ნაშთი არსებობდა, 1885 წელს მოაწყვეს მცირე ბაღი, რომელიც იმ დროს “ახალ ბაღად” იწოდებოდა.

უფრო მოგვიანებით, თბილისის შემორჩენილ საგარეუბნო ზონებში, ჩნდება მასობრივი დასვენებისა და გართობის ბაღები, კერძოდ, ორთაჭალაში არსებობდა ბაღები: “ფანტაზია”, “ელდორადო”; ხოლო საბურთალოზე - “სან-სუნი”, “სამშობლო”, “შანტეკლერი”, “ახალი სხივი” და სხვ. 1891 წლიდან დაიწყო ქალაქის ფერდობების გატყვანების სამუშაოები, რაც განპირობებულ იყო ნიაღვრებთან ბრძოლისა და ქალაქის კლიმატური პირობების გაუმჯობესების აუცილებლობით. 1899 წელს ექიმ ნიკოლოზ ხუდადოვის ინიციატივით ყოფილი ნაძალადევის სახაზინო მიწის აღმოსავლეთით, დაიწყო ტყის გაშენება. დღეს აქ ფთიზიატრიული საავადმყოფოა განთავსებული.

მტკვრის მარცხენა სანაპიროზე, გარდა მუშტაიდის ბაღისა, გაშენებული იყო მრავალი მცირე ბაღი. ყოფილ მიხაილოვის ქუჩას ამშვენებდა პირამიდული აღვის ხეების მწკრივები, რომლებიც კარგად ერწყმოდა ამ ქუჩაზე განლაგებულ მიძევებით აკინძული ბაღების ხშირ ნარგაობებს.

საბჭოთა პერიოდში (1921-1991 წწ) შემუშავდა ქალაქის ისტორიაში პირველი გენერალური გეგმა (1932-1934წწ), რომელიც აგრძელებდა ქალაქის საზოგადოებრივი განვითარების ტენდენციებს. ქალაქი დაგეგმარდა მდინარე მტკვრის გასწვრივ განივი შესვლებით ხეობაში, ხელსაყრელი ტერიტორიების ათვისებით და მდინარეზე ორმხრივი განაშენიანების მძლავრი კავშირებით. გენგეგმაზე მოინიშნა “თბილისის

ზღვა” განვითარებული რეკრეაციული ზონით, დაიწყო ქალაქის ტერიტორიის გამწვანებისა და გაწვლოვანების დიდი სამუშაოები, მთაწმინდის კალთებზე ტყე-პარკის მოწყობის, მდინარე ვერეს მარცხენა ნაპირზე ზოოპარკის მშენებლობის სამუშაოები. ქალაქის ყველა რაიონში უნდა გაშენებულიყო პარკები - მათ შორის, ავლაბარსა და ორთაჭალაში, აგრეთვე ორბელიანის კუნძულზე. მშენებარე სანაპიროებს, ხეივნებითურთ, ამ პარკების გამაერთიანებელი რგოლის ფუნქცია უნდა ეტვირთა. გაშენდა კომკავშირის ხეივანი (1935 წ.), პარკი მთაწმინდის პლატოზე (1938 წ.) და სხვ.

ქალაქის გამწვანებას განსაკუთრებული ადგილი დაეთმო მეორე გენერალურ გეგმაშიც, რომელიც 1954 წელს დამუშავდა, რომლის შედეგად ქალაქმშენებლობაში ჩატარდა მნიშვნელოვანი ღონისძიებები: შეიქმნა მარჯანიშვილის სახელობის მოედანი (მე-20-ის 40-იანი წლების მიწურული); გაყვანილი იქნა განივი მაგისტრალები - ვარაზისხევი, გურამიშვილის ქუჩა (მე-20-ის 50-იანი წ.წ.). მე-20-ის 70-იან წლებში დასრულდა მტკვრის ორივე ნაპირის გასწვრივ მაგისტრალური ქუჩების გაყვანა და გამწვანება. გაშენდა გამარჯვების პარკი (ამჟამად ვაკის პარკი), დაიწყო ხელოვნური წყალსაცავის ე.წ. “თბილისის ზღვის” გარშემო ტყე-პარკის, დასვენების ზონის მოწყობა. მთლიანად ათვისებული იქნა ვაკის, საბურთალოს და მცირე დიდმის ტერიტორიები. დაიწყო ვარკეთილის, გლდანის, ავშნიანის, ბაგებისა და სხვა ტერიტორიების განაშენიანება. თბილისის ტერიტორიის 10 000 ჰექტარიდან გამწვანებას დაეთმო 650 ჰექტარი. გათვალისწინებული იყო “მწვანე სოლების” მეშვეობით ბუნებრივი ლანდშაფტის შეყვანა თბილისის ურბანულ ნაწილებში, ამასთან “ძველ უბნებში” მოხდა დაბალსართულიანი შენობების აღება და ისტორიულად არსებული შიდა კვარტალური პარკების დაკავშირება პროსპექტებთან.

1971 წელს დამტკიცდა ქ. თბილისის მესამე გენერალური გეგმა (1980-2000 წლებისთვის), რომელიც, წინა გენერალური გეგმებისგან განსხვავებით, ითვალისწინებდა ქალაქის ტერიტორიულ ზრდას არა მარტო მდინარის სივრცეში, არამედ განივადაც. ასეთი ქუჩების ქსელის შექმნა შესაძლებელს ხდიდა მნიშვნელოვნად გაუმჯობესებულიყო ქალაქის განივება და სატრანსპორტო კავშირები. ამ პერიოდში გრძელდებოდა საპარკო მასივების შექმნა. აშენდა ისეთი მნიშვნელოვანი რეკრეაციული ზონა როგორცაა “ვაკის პარკი”, რაც ამ ტერიტორიისთვის საუკეთესო სანიტარულ-ჰიგიენური პირობების შექმნას უწყობდა ხელს. “თბილისის ზღვის” ირგვლივ შეიქმნა დასასვენებელი ზონა, მოეწყო 850 ჰა-მდე ფართობის პარკი; ხოლო თბილისის ირგვლივ დაიგეგმა მწვანე სარტყლის შექმნა, რაც შეიძლება მიხნეულ იქნეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვან ღონისძიებად.

მიუხედავად საბჭოთა პერიოდის თბილისის გამწვანებისა და კეთილმოწყობის მიმართულებით გარკვეული მიღწევებისა, კომუნისტურმა სისტემამ ძალიან ბევრი ლანდშაფტურ-გეგმარებითი გადაწყვეტებით მძიმე შეცდომები დაუშვა თბილისის ქალაქგეგმარებითი და ლანდშაფტურ-რეკრეაციული საკითხების რეალიზაციისას.

პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს მდინარე მტკვრის, როგორც მთავარი ქალაქმაფორმირებელი ფაქტორის, უგულველყოფა მისი ბეტონის ჯებირებში მოქცევით და ორივე სანაპიროს სატრანსპორტო კომუნიკაციად გადაქცევით. მდინარის სანაპიროები მოქალაქეების დასვენებისა და გართობის მთავარი ღერძი უნდა გამხდარიყო, ასეთი ტენდენციები ჯერ კიდევ XIX საუკუნიდან არსებობდა (ორთაჭალის ბაღები, მადათოვის კუნძული და ა.შ.). მდინარე მტკვარი მოწყდა ქალაქის ნაწილებს, მოქალაქეებს, რაც დიდი შეცდომაა და რომლის გამოსწორებაც თითქმის შეუძლებელია.

-

«

»

დაშვებული იყო კიდევ ერთი მიმე შეცდომა: ქალაქის პერსპექტიული განვითარებისთვის თბილისის დასავლეთით და აღმოსავლეთით არსებული სასოფლო-სამეურნეო ტერიტორიების (დიდმის, გლდანის, ვარკეთილის და ა.შ.) გამოყენება. ეს გამწვანებული სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები შთანთქა უზარმაზარმა და სრულიად უსახო საცხოვრებელმა მასივებმა.

გარდა ამისა, ქალაქის ქუჩებისა და მოედნების გამწვანება ხდებოდა არა ლანდშაფტის დიზაინის პრინციპებისა და მეთოდების გამოყენებით, არამედ ქუჩებსა და პროსპექტებზე ხეების მწკრივებად განლაგებით. ასევე დაბალი იყო ბაღებისა და პარკების მხატვრულ-კომპოზიციური გადაწყვეტა და მცირე არქიტექტურული ფორმების ხარისხი.

არ შეიძლება არ აღინიშნოს მე-20 საუკუნის თბილისის მსხვილი პარკებისა და რეკრეაციული ზონების მნიშვნელობა საქალაქო-საპარკო ლანდშაფტური არქიტექტურის თვალსაზრისით, აქედან გამომდინარე მოკლედ მიმოვიხილავთ მათი განვითარების რეტროსპექტივას.

მთაწმინდის პარკი ფუნიკულიორის ზედა სადგურის ღერძზე 1930 წელს გაშენდა. მისი ფართობი 100 ჰექტარს აღემატება და თბილისის ყველაზე მაღალი პარკია. პარკის მთავარი ღერძი 210 მეტრი სიმაღლის სატელევიზიო კოშკი-ანძაა. პარკს თბილისში ერთ-ერთი საუკეთესო ადგილმდებარეობა აქვს მთაწმინდის პარკი, არაჩვეულებრივი გეოგრაფიული მდებარეობითა და საინტერესო ინფრასტრუქტურით, თბილისის ერთ-ერთი ყველაზე კოლორიტული ნაწილია.

პოსტსაბჭოთა პერიოდში, 1991 წელს საქართველოს დამოუკიდებლობის მიღების შემდეგ, რუსეთის უშუალო წაქეზებითა და მონაწილეობით ქვეყანაში სამხედრო დაპირისპირებები, მწვავე პოლიტიკური კრიზისები და შედეგად სოციალურ-ეკონომიკური სტაგნაცია დაიწყო. ასეთ სიტუაციაში, როდესაც არ არსებობდა სრულყოფილი საკანონმდებლო ნორმატიული ბაზა, ქალაქის ურბანულ განვითარებაში ქაოსური სიტუაცია შეიქმნა. დეველოპერები ცდილობდნენ „პრესტიჟულ“ უბნებში მშენებლობებით, რაც შეიძლება მეტი მოგება მიეღოთ. შედეგად ხშირად ხდებოდა არსებული რეკრეაციული ზონების და ბაღ-პარკების ექსპანსია. ეს პროცესი დღესაც გრძელდება. განსაკუთრებით დაზარადა ვაკის პარკის, ვერის ბაღის, ბავშვთა ქალაქ მზიურის და დიდმის ტყე-პარკის გამწვანებული სივრცეები.

ვაკის პარკის გაშენება II მსოფლიო ომში საბჭოთა ხალხის გამარჯვების აღსანიშნავად 1945 წელს დაუწყიათ. პარკი გაშენდა 226 ჰექტარზე. ვაკის პარკის ტერიტორიის ხელყოფა და ფართობის შემცირება 2002-2007 წლებიდან დაიწყო. ამ დროისთვის იგი შეადგენდა 98.87%-ს. მომდევნო წლებში 2008-2009 მცირედით, თუმცა ფართობის შემცირება მაინც გრძელდებოდა და შეადგენდა 96.55%-ს, ბოლო 2011-2012 წლების მონაცემებით, ფართობი საგრძნობლად შემცირდა და შეადგენდა 65.78%-ს.

კიროვის პარკი, იგივე ვერის ბაღი: დასასვენებელი ბაღი თბილისში, ვერის უბანში, გაშენებულია მდინარე მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე, 4 ჰა-ზე. ადრე ამ ტერიტორიაზე გაშენებული ბაღები ლურჯი მონასტრიდან მდინარე ვერეს და მტკვრის შესართავამდე ვრცელდებოდა.

ვერის პარკის ექსპანსია შედარებით გვიან დაიწყო, მისი ფართობი 2007-2008 წლებში 93.01%-ს შეადგენდა, თუმცა პროცესი სწრაფი ტემპებით გაგრძელდა და 2011 წლისთვის უკვე 72.44%-მდე ჩამოვიდა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ქალაქის ფარგლებში ფაქტიურად არ არსებობს გამწვანებული ტერიტორიები და ბაღ-პარკები, რომელთაც ექსპანსია არ შეხებოდეს, გამონაკლისი არც დიდმის ტყე-პარკია, ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ათწლეულების შემდეგ ტყე-პარკის მხოლოდ ფრაგმენტებია არსებობს. ეს

-

«

»

შესანიშნავი რეკრეაციულ-ეკოლოგიური ზონა ბოლო ათწლეულებში გახდა მენაშენეთა და კერძო პირების ყიდვა-გაყიდვის ობიექტი. 2007-2012 წლებში მოხერხდა სახელმწიფოს მიერ მთლიანი ტერიტორიის (205 200 კვ.მ.) 38.4%-ის ანუ 78 809 კვ.მ-ის დაბრუნება, მაგრამ ზოგადად ტყე-პარკის ტერიტორიის ხელყოფა არ შეჩერებულა. თუმცა მძიმე მდგომარეობაა შექმნილი უკვე გასხვისებულ ნაწილზე, სადაც კერძო პირები ცდილობენ თავიანთ კომერციულ ინტერესებზე მორგებული ამოცანების განხორციელებას.

დედაენის ბაღი - გაშენებულია მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე. დღესდღეისობით, ისევე როგორც სხვა დანარჩენი პარკების ტერიტორია, დედაენის ბაღიც ექსპანსირებულია სხვადასხვა დანიშნულების კომერციული ობიექტებით. გარდა ამისა, ბაღის გარკვეული ტერიტორია შეეწირა იუსტიციის სახლის პარკინგის მშენებლობას.

გარდა ზემოთ ხსენებული პარკებისა, მძიმე მდგომარეობაა შექმნილი სპორტის სასახლის მიმდებარე ტერიტორიაზე, სადაც ბოლო ათწლეულებში მოხდა გამწვანებული ტერიტორიების განაშენიანება ქაოტური და უსახური შენობებით, გაქრა მწვანე სივრცეები და დასახლების ეკოლოგიური მდგომარეობა მძიმეა. ასევე არასახარბიელო მდგომარეობაა ყოფილი იპოდრომის მიმდებარე ტერიტორიაზეც, სადაც დღითიდღე იზრდება მაღალსართულიანი კორპუსების რიცხვი, მათ მშენებლობას კი ათობით მრავალწლოვანი ხე ეწირება.

მე-20 საუკუნის 90-იანი წლებიდან, სახელმწიფო დამოუკიდებლობის აღდგენის შემდეგ, თბილისში, ისევე როგორც მთელს საქართველოში, დაიწყო რთული სოციალურ-ეკონომიკური და პოლიტიკური პროცესები, რაც უარყოფითად აისახა თბილისის არქიტექტურულ-ლანდშაფტურ განვითარებაზე. დროთა განმავლობაში მიმდინარეობდა ტყეების გაჩეხვა, უკანონო თუ კვაზი კანონიერი მშენებლობები, საწარმოო ნარჩენებით ტერიტორიების დაბინძურება. დედაქალაქში, ბოლო ათწლეულების განმავლობაში განვითარებულმა ქაოსურმა ურბანიზაციამ, ქალაქური ცხოვრების დაჩქარებულმა ტემპმა, გამოიწვია ის უარყოფითი შედეგები, რაც ასე მძიმედ აისახა ჩვენი საარსებო გარემოს დეგრადაციაში.

დღესდღეისობით თბილისში 255 სკვერი და 12 ბაღია. გარემოსდაცვითი და არასამთავრობო ორგანიზაციების ინფორმაციით, საქართველო გამწვანებული ადგილების დეფიციტს განიცდის. 2002 წლის მონაცემებით თბილისში ერთ ადამიანზე 5 კვ.მ. გამწვანებული ტერიტორია მოდიოდა, გარემოს დამცველების ინფორმაციით ეს მონაცემები წლების შემდგომ კიდევ შემცირდა და ეს ხდება მაშინ, როცა ევროპის ქვეყნებში გამწვანების მინიმალური ზღვარი ათეულობით კვადრატულ მეტრს სცდება, მაგალითისთვის გერმანიის დედაქალაქ ბერლინში ერთ ადამიანზე 80 კვ.მ-მდე გამწვანებული ტერიტორია მოდის.

პროექტ „თბილისის ეკოლოგიის“ ფარგლებში, რომელიც 2011–2012 წლებში განხორციელდა, ორგანიზაცია „უსაფრთხო სივრცემ“ თბილისის სარეკრეაციო ზონები და გარემოსდაცვით და ეკოლოგიურ სფეროში თბილისის საკრებულოსა და მერიის საქმიანობა შეისწავლა, ასევე ჩატარდა თბილისის ფიტოსანიტარული მონიტორინგი და გამოავლინა ფაქტორები, რომელიც ხელს უწყობს მწვანე საფარის შემცირებას, ესენია:

- თბილისის არცერთ პარკს არ გააჩნია დამტკიცებული საზღვრები (წითელი ხაზები);
- სარეკრეაციო ზონების ტერიტორიები დანაწევრებულია ნაკვეთებად;
- არ არსებობს პარკების ადმინისტრაციული მართვის სტრუქტურა;
- მერიას არა აქვს დამტკიცებული ნორმატიული აქტი (აგრო ნორმები), რომლითაც ისარგებლებდა სამუშაოების დაგეგმვის დროს;

- მასიურად გავრცელებულია მცენარეების დაავადებები;
- მოშლილია ქალაქის სარწყავი სისტემა;
- ხე -მცენარეები იჩეხება უსისტემოდ;
- თბილისის წყალსაცავი და ნაპირი დაბინძურებულია.

3. დასკვნა

თბილისის საბაღე-საპარკო რეკრეაციული ლანდშაფტების ფორმირების, რეტროსპექტული ანალიზის შედეგად, რომელიც მოიცავს პერიოდს წინა საუკუნეებიდან დღემდე, დადგინდა, რომ XIX საუკუნის პირველი ნახევრიდან დაიწყო ქალაქის გამწვანებითი სამუშაოები. თუმცა მოგვიანებით, სოლოლაკის რეგულარულმა განაშენიანებამ გამოიწვია მწვანე მასივების გაჩეხვა; რაც შეეხება საბჭოთა პერიოდს, მიუხედავად თბილისის გამწვანებისა და კეთილმოწყობის მიმართულებით გარკვეული მიღწევებისა, კომუნისტურმა სისტემამ, ძალიან ბევრი მძიმე შეცდომები დაუშვა თბილისის ქალაქგეგმარებითი და ლანდშაფტურ-რეკრეაციული საკითხების გადაწყვეტისას, პოსტსაბჭოთა პერიოდიდან დღემდე კი გრძელდება თბილისის მწვანე სივრცეების ქაოტური ექსპანსია და მათი ჩანაცვლება დეველოპერების ამოცანებზე მორგებული შენობა-ნაგებობებით.

ლიტერატურა

1. ე. თევზაძე ISBN 99940-40-88-X - ლანდშაფტური არქიტექტურა (თბილისი 2004)
2. თ. მახარაშვილი, ა.ლალიძე – ქალაქ თბილისის საპარკო-რეკრეაციული ლანდშაფტების ფორმირების რეტროსპექტული ანალიზი. “სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა” №1(36), 2015 წელი, გვ. 65
3. თ. მახარაშვილი – “მწვანე არქიტექტურა”. ჟურნალი სტილი №29, თბილისი 2008, გვ. 27

ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი ჭარბტენიანი ეკოსისტემებით
გაწმენდის საზღვარგარეთული გამოცდილების შესახებ

ლ. კლიმიაშვილი, ნ. ნებიერიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ.კოსტავას ქ. 77)

რეზიუმე: განხილულია დასახლებულ ადგილებში საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო ფეკალური ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი ჭარბტენიანი ეკოსისტემებით ტექნოლოგიური გაწმენდის დადებითი საზღვარგარეთული გამოცდილება. აღნიშნულია ასეთი სისტემების გამოყენების ეფექტურობა იქ სადაც სათანადო ტრადიციული გამწმენდი საშუალებების მშენებლობის და ექსპლუატაციის ღირებულება ადგილობრივი ბიოჯეტიკისათვის მიუწვდომელია.

საკვანძო სიტყვები: დასახლებული ადგილები, საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო ფეკალური ჩამდინარე წყლები, ბუნებრივი ჭარბტენიანი ეკოსისტემებით გაწმენდა, საზღვარგარეთული გამოცდილება.

1.შესავალი

თანამედროვე მდგომარეობით დაბინძურებისგან წყლის ობიექტების დაცვისა და პლანეტის წყლის რესურსების შენარჩუნების პრობლემა ნებისმიერ ქვეყანაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია. ამასთან დაკავშირებით წყლის ბუნებრივი ობიექტების დაცვის, მომზადებისა და ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ქმედითი ტექნოლოგიების შემუშავებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება, რადგან წყალი ადამიანის არსებობისათვის განკუთვნილი სისტემის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი კომპონენტია. დღეისათვის ქალაქებისა და სამრეწველო საწარმოთა წყალმომარაგებისათვის საჭირო წყლის დაახლოებით 80% ადებულია ზედაპირული წყალსატევებიდან. ამასთან წყალსატევების წყლის ხარისხი ხშირ შემთხვევაში ისეა დაბინძურებული, რომ მათგან მკვებავი წყალსადენების გამწმენდი ნაგებობები და მათში მიმდინარე ტექნოლოგიური პროცესები ვეღარ უზრუნველყოფენ წყლის გაწმენდის საჭირო ხარისხს. არსებული ტრადიციული ინტენსიური სისტემების გამოყენება კი დაკავშირებულია ენერჯის დიდ ხარჯვასა და მაღალკვალიფიციური მუშახელის გამოყენებასთან (Shrader Frechette, K. 1994).

ზედაპირული წყლის რესურსების არადამაკმაყოფილებელი მდგომარეობა ზოგადად გამოწვეულია მათში დასახლებული ადგილების სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ფეკალური წყლების არასაკმარი გაწმენდით ან კიდევ სრულიად გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლების ჩაშვებით წყალსატევებში. წინდებარე ნაშრომში, საზღვარგარეთის გამოცდილების მიხედვით, განხილულ იქნება საკითხი ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი გამწმენდი ჭარბტენიანი ეკოსისტემის გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ.

2. ძირითადი ნაწილი

საერთო მდგომარეობით ცნობილია, რომ, დღეისათვის: საყოფაცხოვრებო, სასოფლო-სამეურნეო და საწარმოო ჩამდინარე წყლების მთელი მოცულობის დაახლოებით 30% წყალსატევებში ჩაშვებამდე არ იწმინდება და მათ შემადგენლობაში

არსებული ელემენტები (ძირითადად აზოტისა და ფოსფორის ნაერთი) ჩამდინარე წყლებთან ერთად წყალსატევში აკუმულირდება. ასეთ სიტუაციას, განსკუთრებით ხშირად, ადგილი აქვს მცირე დასახლებულ პუნქტებში, სადაც სათანადო ტრადიციული გამწმენდი საშუალებების მშენებლობის ღირებულება ადგილობრივი ბიუჯეტისათვის მიუწვდომელია. ამავე დროს, ჯარიმები და გადასახადები ასეთი წყლების ჩაშვების გამო მნიშვნელოვან თანხას შეადგენს (Cairns, J., Jr. 1996).

საყოველთაოდ ცნობილია ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად ეფექტური ბუნებრივი გამწმენდი საშუალებებისა და ქიმიური რეაგენტების გამოყენების შესახებ. ამასთან დასაბუთებულია მათი გამოყენების უპირატესობა და ეფექტურობა გამწმენდი სადგურების მშენებლობასა და ექსპლუატაციაში (შედარებით დაბალი ღირებულებების გამო), აგრეთვე, უმეტეს შემთხვევაში, გაწმენდილი წყალი გამწმენდ სადგურებში შედარებით მაღალი ხარისხისაა ვიდრე ხელოვნურ ნაგებობებში (გუბურა, ტბორი და სხ.). ამასთან უანგვითი პროცესების ინტენსივობა ზამთარის პერიოდში, კლიმატურ პირობებთან დაკავშირებით, შედარებით მცირდება, რაც დაკავშირებულია გასაწმენდად შემომავალი ჩამდინარე წყლების დაბალ ტემპერატურასთან.

ამრიგად, ახალი ტიპის გამწმენდი ნაგებობების შემუშავება, რომლებიც შეძლებენ შემომავალი ჩამდინარე წყლების დაბალი ტემპერატურის შემთხვევაში (ზამთარში) საიმედო ფუნქციონირებას და აგრეთვე სამშენებლო ღირებულება და საქსპლოატაციო ხარჯები ტრადიციულთან შედარებით 10-20 ჯერ დაბალი იქნება, აქტუალური პრობლემაა. თანამედროვე მიდგომებით აგრეთვე პროგრესულ და პერსპექტიული მიმართულებაა წყალმცენარეების ბუნებრივი ეკოსისტემის გამოყენებით ჩამდინარე წყლების გაწმენდა. ეს მეთოდი საკმაოდ იაფია, არ არის რთული და გამოირჩევა გარკვეული ეფექტურობით (Robert L. Knight, 2004).

ჭაობიან წყალსატევებში ფოსფორი ფოსფატის სახით შედის ორგანულ და არაორგანულ ნაერთში. ფოსფორი ასრულებს არა მხოლოდ სტრუქტურულ, არამედ ენერგეტიკულ ფუნქციასაც. ბუნებრივ წყალში მისი მაღალი ან დაბალი შემცველობა იწვევს ბიოტებისთვის არასასურველ შედეგს. წყალსატევში ფოსფორის (P) შეტანა ხდება სხვადასხვა წყაროს ხარჯზე. ეს შეიძლება მოხდეს მდინარის წყლის ჩადინებისას, ეროზიის დროს ნიადაგიდან ბუნებრივი შეტანით, ატმოსფერული ნალექის შედეგად და სხვ. გარდა ამ ბუნებრივი წყაროებისა არსებობს P-ს წყალსატევში შეტანის სხვა წყაროც, როგორცაა გამოყვანა დამუშავებული სასოფლო-სამეურნეო მიწებიდან, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ფოსფორშემცველი ჩამდინარე წყლებიდან. ფოსფორი ჭარბტენიან ადგილებში, რომელსაც უშუალოდ წყალმცენარეები და მაკროფიტები იყენებენ, შეადგენს ძირითად დამაკავშირებელ რგოლს ორგანულ და არაორგანულ ფოსფორს შორის (Anderson. . , 2004).

არაორგანული ფოსფორის ჯგუფის შემადგენლობაში შედიან ხაზონად შეკუმშული და ციკლური პოლიფოსფატები. მაგალითად, ორგანული ფოსფორი შედის: ფოსფოლიპიდებში, ნუკლეინის მჟავასა და პოლიფოსფატებში.

ორგანული ფორმები შეიძლება შემდეგნაირად დაჯგუფდეს:

- ადვილად დაშლადი ;
- ნელა დაშლადი ორგანული P.

ფოსფორის ციკლი ნიადაგში მნიშვნელოვნად განსხვავდება აზოტის ციკლისგან. არ არსებობს ვალენტობის არავითარი ცვლილება არაორგანული ბიოტური ასიმილაციის დროს, ან მიკროორგანიზმების მიერ ორგანული დაშლის დროს. ნიადაგის, პირველ რიგში, ხდება ვალენტობისას +5, რადგან უფრო დაბალი დაჟანგვა თერმოდინამიკურად მერყევიანია.

-

«

»

განსაკუთრებით რთულ ურთიერთობებს აქვს ადგილი ცვლისას წყლის მასებსა და გრუნტს შორის. ადგილი აქვს დაგროვებას გრუნტში მცენარეთა და ცხოველთა ნაშთების ხარჯზე, ასევე ადსორბციას დალექილ სექტორზე და ქვედა ნალექებით შთანთქმის ხარჯზე. თუმცა ქვედა ნალექი წარმოადგენს ძირითად ავტოქტონურ რეზერვს, წყალსაცავში მიმოქცევის დროს ორგანული ნაერთები ანაერობულ პირობებში გრუნტიდან თითქმის არ ერთვიან, თავისთავად ძალიან ნელა ხდება მათი მინერალიზაცია და არააქტიურ მდგომარეობაში იმყოფებიან. ნაერთების ზუსტი ბუნება არასაკმარისად არის შესწავლილი.

ასევე ცოტა რამ არის ცნობილი დამარხვის ვადების შესახებ ორგანიზმების ნაშთის სახით. არაორგანული ფოსფორისათვის დამახასიათებელია მისი ასოციაცია რკინასთან, ალუმინთან, კალციუმთან, ფტორიდებთან, ასევე ადსორბცია ანიონების სახით თიხასა და ორგანულ კომპლექსებზე. მუავე ნალექში დომინირებენ კომპლექსები რკინასა და ალუმინთან, ტუტესა და ნეიტრალურში - კალციუმის ფოსფატთან, რაც შეეხება ფოსფორის სხვა ფორმებს, მათი ტრანსფორმაცია დამოკიდებულია, პირველ რიგში, მიკროორგანიზმების სიცოცხლისუნარიანობაზე, ასევე pH, ტემპერატურასა და ჟანგვა-აღდგენით პოტენციალზე. ქვედა ნალექიდან P გატანის სიჩქარეზე გავლენას ახდენს ჟანგბადის შემცველობა, pH, ტემპერატურა, ფოსფორის კონცენტრაცია წყალში (Jacques Brisson, 2006).

მაკროფიტები მიმოქცევისას ასრულებენ მინიმუმ სამ ფუნქციას: P წყლიდან გამოყოფენ და აგროვებენ მას თავის ორგანოებში, შეაქვთ წყალში ფიზიოლოგიური მდგომარეობის ცვლილებისას, და, ბოლოს, მიმაგრებული მცენარეები ასრულებენ „სატუმბავ“ ფუნქციას-გადატუმბავენ P გრუნტიდან მიწისზედა ორგანოებში. უმაღლეს წყალმცენარეთა სხვადასხვა ეკოლოგიურ ტიპს შორის მხოლოდ მიმაგრებულ მცენარეთა სახეობებს შეუძლია გადატუმბვა გრუნტიდან წყალში, მისი ფესვებით ამოღება და ფოთლებით და ყლორთებით გამოყოფა სიცოცხლისუნარიანობის პროცესში (Lemons, J,1995).

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ჭაობი უკვე დიდი ხანია და დიდი წარმატებით გამოიყენება ურბანული დასახლებული ადგილების ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად. ცივი კლიმატის ჭარბტენიანი ტერიტორიების პროექტები სირთულეებს აწყდებიან. ცივ პერიოდში, როგორც კი ჭარბტენიან ტერიტორიებზე ჩნდება ყინულის ფენა, წყლის ტემპერატურა იწყებს მნიშვნელოვან განსხვავებას ჰაერის ტემპერატურისაგან. ჩამდინარე წყლების ტემპერატურა 1 ან 2 გრადუსამდე დაიწევს და დაიწყება ყინულის ფენის სისქის განხილვა პროექტში. ყინულის ფენის ფორმირება შეამცირებს წყლის სიღრმეს. ამიტომ, ცივ კლიმატიან ჭარბტენიან ტერიტორიებზე დამატებით ქმნიან წყალზევით კიდეს, რათა შეძლონ მოსალოდნელი ყინულის ფენის გამოყენება. ამასთან ენერგეტიკული ბალანსის გაანგარიშება განისაზღვრება ყინულის ფენის ფორმირების ხარისხით. ყინულის სისქე წლიდან წლამდე შეიძლება მნიშვნელოვნად შეიცვალოს თოვასა და ტემპერატურასთან დაკავშირებული ცვლილებების გამო (Robert H Kadles, 2008).

დადგენილია, რომ ფლორიდის შტატში კვიპაროსის ჭაობებში გამავალი ჩამდინარე წყლებიდან გამოაქვთ აზოტის - 98% და ფოსფორის - 90%. ასევე, ინდოეთის ქალაქ კალკუტაში საერთოდ არ არსებობს ჩამდინარე წყლების გამწმენდი სადგურები. სამაგიეროდ იქიდან ყველა საყოფაცხოვრებო ჩასადინარი მიმართულია მოდიფიცირებულ წყალ-ჭარბტენიანი მიწების კომპლექსისკენ, რომლებიც გამოიყენება თევზის მოსაშენებლად (რომლის პროდუქცია ყოველწლიურად შეადგენს 2,4 ტონას ჰექტარიდან), აგრეთვე ბრინჯის მინდვრების მოსარწყავად.

-

«

»

ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ბუნებრივი სისტემის სასარგებლოდ შეიძლება აღინიშნოს:

- 1) აღნიშნული მეთოდის გამოყენება შეიძლება როგორც ცალკე სახლის, ასევე მთელი საწარმოს ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად;
- 2) აღნიშნული სისტემის ასაშენებლად და შემდგომ შესანარჩუნებლად უმნიშვნელო ხარჯებია საჭირო;
- 3) ცალკე სახლის ან კოტეჯის ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად იყენებენ მცირე ტერიტორიებს.
- 4) ამ სისტემის დახმარებით ხდება ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილების (Jbm5) და შეწონილ ნივთიერებათა შემცირება 90%-ით, საერთო აზოტისა და ფოსფორის - 60-90 %-ით, -ცოლი და სხვ. ენტერობაქტერიების 99.99%-ით;
- 5) აღნიშნული სისტემა შეიქმნა, რათა მთელი წლის განმავლობაში იმუშაოს ღია ცის ქვეშ კანადის ცივი კლიმატის პირობებში (გათბობის გაყვანილობის გარეშე), გაწმენდის და მწარმოებლობის მოცულობის შეუმცირებლად;
- 6) ამ მეთოდის გამოყენებით შეიძლება გაიწმინდოს ნებისმიერი ჩამდინარე წყლები მკვებავი ნივთიერებების, ორგანული და შეწონილი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით (საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები, ცელულოზურ-ქაღალდის ფაბრიკის ჩამდინარე წყლები, ჩასადინარი ორანჟერეიდან და ა.შ.);
- 7) საჭიროების შემთხვევაში ასეთი გაწმენდის შემდეგ გაწმენდილი წყლების გამოყენება შეიძლება სასმელ-სამეურნეო და საყოფაცხოვრებო წყალმომარაგებისა და სხვ. მიზნებისათვის.

აღნიშნული მეთოდი აგრეთვე გამოყენებულ იქნა მშენებლობის პროცესში იაგარა- ნდერ- ლასს, Kitchenmaykoosib Inninuwug, TorontoWaldorf School. დასრულებულია Kortright Centre, Metro Toronto Conservation Authority.

აღსანიშნავია, რომ აშშ სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამსახურს აინტერესებს აშენებული ჭაობების შესაძლებლობები სასოფლო-სამეურნეო ჩასადინარების (არხების) გასაწმენდად ცივ კლიმატურ პირობებში.

ამრიგად, მთავარი პრობლემა, რომელსაც წააწყდნენ ამერიკელი მკვლევარები, არის: ზაფხულის პირობებში ტენიანობის ნაკლებობა, რამაც გამოიწვია ცალკეული ადგილის ტერიტორიების სიმშრალე, ხოლო ზამთრის პირობებში გამოსაშვები ხვრელების მოყინვა და სექციების ზედაპირის გაყინვა მცირეთოვლიანი ზამთარის პირობებში (Cairns, J., Jr. 1996). ქალაქში საწვიმარ სადრენაჟე არხებში არის წყალი, რომელიც შეიცავს ბევრ დამაბინძურებელ ნივთიერებებს. მათი დაგროვება ხდება თოვლის დნობის და წვიმების შედეგად. ასეთ წყალშია ნავთობი, პესტიციდები, მძიმე ლითონები, ბაქტერიები, ვირუსები და ა.შ.

ამასთან ხელოვნური ნაგებობების მშენებლობა წყლის ობიექტების მახლობლად (მაგალითად, დამბის), საჭიროებს სპეციალურ ნებართვას. ნაგებობების პროექტირება უნდა მოხდეს ისე, რომ შეამციროს წეტლანდ განადგურება და გააუმჯობესოს წყლის ხარისხი. ნებართვა ნებისმიერ საქმიანობაზე, რომელსაც შეუძლია გამოიწვიოს წყლის დაბინძურება, გაიცემა გარემოს დაცვის ორგანიზაციის მიერ. შემოთავაზებული საქმიანობა არ უნდა არღვევდეს წყლის ხარისხის სტანდარტებს. დამპროექტებლებმა ან მენეჯერებმა უნდა გაითვალისწინონ, რომ გარკვეული დროის შემდეგ უნდა მოხდეს წეტლანდ სათანადო ფუნქციონირება (Gulding Principles, 2000).

წელიწადის სხვადასხვა დროს ჭარბობს ამა თუ იმ აბიოგენური ფაქტორების გავლენა. მრავალი სახის ვეგეტაციის შესაძლებლობას განსაზღვრავს ტემპერატურის ფაქტორი. ყველა ცოცხალი ორგანიზმი მუდმივად განიცდის ტემპერატურის

ხემოქმედებას. ხშირად ტემპერატურა არის ციკლის შეცვლის სიგნალი ცხოველთა ცხოვრებაში. ტემპერატურის ფაქტორი დიდწილად გავლენას ახდენს ორგანიზმების განაწილებაზე წყალში და მათი გაცვლითი რეაქციების ინტენსივობაზე.

ტემპერატურის დაწვევას მიკროორგანიზმები ბევრად უკეთესად უძლებენ, ვიდრე დათბობას. ვეგეტაციური უჯრედების ბევრ სახეობას შეუძლია გაუძლოს ერთჯერად გაყინვას. უჯრედების დაღუპვის მიზეზს მრავალი მკვლევარი ხედავს უჯრედებში დაგროვილი ყინულის კრისტალების გამანგურებელ მოქმედებაში. სწრაფი გაყინვის შემთხვევაში (1-100 °C), როდესაც უჯრედებში კრისტალების ნაცვლად იქმნება მინისებური ყინულის მასა, მკვდარი უჯრედების პროცენტი მნიშვნელოვნად იკლებს (Joan Garcia, 2005).

წყლის ტემპერატურის რხევის ამპლიტუდა გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ჰაერის. წყალსატევის გაყინვის დროს გამოყოფილი სითბოს დიდი რაოდენობა ხელს უშლის წყლის ქვედა ფენების გაცივებას. ორგანიზმის ტემპერატურისადმი დამოკიდებულებაზე გავლენას ახდენს ტემპერატურის ხასიათი: თანდათანობითი ან მოულოდნელი.

ზამთარში, დაკლებულ ტბორებში ჩაძირული მცენარეები, როგორც წესი, კვდებიან, მაგრამ გამოსაზამთრებლად ტოვებენ კვირტებს (ტურიონებს). მათგან გაზაფხულზე ჩვეულებრივ ვითარდება ყლორტები, მაგრამ, ნახევრად წყალმცენარეებთან შედარებით, ოდნავ დაგვიანებით. ალბათ, ეს იმასთანაც არის დაკავშირებული, რომ წყალმცირე ადგილები გაზაფხულის პირველ დღეებში უფრო სწრაფად თბება. ტემპერატურის დაკლება 15 °C ქვემოთ ხელს უწყობს ნალექიდან გამოყვანის სიჩქარის შემცირებას, რაც შეიძლება აიხსნას დესტრუქციის შესუსტებით. აზოტის გამოყვანაზე ასევე გავლენას ახდენს ტემპერატურული ფაქტორი (Herman, R, 1996).

ჩამდინარე წყლების გაწმენდის შესაძლებლობა უმაღლესი წყალმცენარეებით დაფუძნებულია თვითგაწმენდის ბუნებრივ პროცესებზე, რაც ინტენსიფიცირებულია მცენარეთა მოქმედებით. სამუშაოებს საფუძვლად დაედო კვლევის ლაბორატორიული მეთოდი. კვლევის შედეგებმა გამოავლინეს, რომ საუკეთესო სამწმენდი თვისებები აქვს ტბის ლელქაშს, ხოლო ყველაზე ეფექტურია სამეტაპიანი გაწმენდა შემდეგი სქემით: ლელქაში - ლერწამი. ასეთი კვლევების შედეგები ფართოდაა ცნობილი. ეს არის ჩამდინარე წყლების გაწმენდის მაგალითი უმაღლესი წყალმცენარეების გამოყენებით. რა თქმა უნდა, თითოეულ ამ მცენარეს აქვს თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეები. მაგალითად, ლელქაში ხელს უშლის წყლის ბუნებრივ მიმოქცევას წყალსატევში, რაც იწვევს მის დაჭაობებას. ყველასათვის ცნობილი ლემნა წმინდავს წყალსატევს ორგანიკისგან, მაგრამ ამასთან არღვევს მისი ჟანგბადის ბალანსს. მეცნიერები ცდილობენ მოძებნონ მცენარე მინიმალური „ნაკლოვანი“ მხარეებით, რომელიც მაქსიმალურად ეფექტურად გაწმენდს ჩამდინარე წყლებს. ახლა მკვლევართა მხედველობის არეში აღმოჩნდა ახალი ობიექტი - წყლის სუმბული (*Eichhornia crassipes*). ტროპიკული მცენარის ამ სახეობას აქვს რიგი უპირატესობები ადრე გამოყენებულ მცენარეებთან შედარებით. პირველ რიგში, ეიპორნია წმენდს წყალს უფრო ღრმად, ვიდრე სხვა მცენარეები. მეორეც, არა მხოლოდ არ არღვევს ჟანგბადის ბალანსს, არამედ აუმჯობესებს კიდევ წყალსატევის ისეთ მანველებლებს, როგორცაა ჟანგბადის ბიოლოგიური მოხმარება და ჟანგბადის ქიმიური მოხმარება. მესამე, წყლის სუმბულის მწვანე მასის გამოყენება შეიძლება მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში (Shrader Frechette, K. 1994).

აშენებული ჭარბტენიანი მიწები ფართოდ გამოიყენება ჩამდინარე წყლების დასამუშავებლად ცივ კლიმატურ პირობებში. ჩნდება მცენარეთა შერჩევის საჭიროება ცივი რეგიონებისათვის. სანაპირო ზონებში წყალსატევების მთელი მოსახლეობის

-

«

»

შემადგენლობაში წყლის მცენარეები მნიშვნელოვან მონაწილეობას იღებენ წყლის ხარისხის გასაუმჯობესებლად და აღსადგენად. მცენარეები მცენარეებს აფასებენ სეზონის მიხედვით და ირჩევენ ცივი რეგიონებისათვის უფრო მდგრად მცენარეებს. ცივი კლიმატისადმი ყველაზე ადაპტირებულია მცენარეთა სახეობები - ლელქაში და ისლი. ეს მცენარეები ასუფთაებენ ჩამდინარე წყლებს გახსნილი ორგანული ნივთიერებებისაგან 40°C დროსაც კი. ლელქაშსა და ისლში შესწავლილ იქნა ჟანგბადში ქიმიური მოთხოვნილება, გახსნილი ორგანული ნახშირბადი და ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალი.

მცენარეები ერთმანეთში განსხვავდებიან გახსნილი ნივთიერების გამოყვანით და ფესვთა ზონაში დაჟანგვის მიხედვით. მცენარეთა სამივე სახეობას გამოჰყავს გახსნილი ორგანული ნივთიერებები ცივ პირობებში. მშვიდ მდგომარეობაში, $t=40^{\circ}\text{C}$ დროს, ორგანული ნივთიერებების გამოყვანა ჩამდინარე წყლებიდან უფრო ინტენსიურად ხდება, ვიდრე სასოფლო-სამეურნეო სეზონის დაწყებისას, როცა $t=24^{\circ}\text{C}$. საზოგადოებათა სტრუქტურა არ ავლენს მნიშვნელოვან ცვლილებებს სეზონიდან სეზონამდე. მცენარეთა ცალკეულ სახეობათა პოპულაცია მნიშვნელოვნად ძლიერდება საარსებო გარემოს მიხედვით. ნალექის ხასიათი ანაერობულიდან აერობულ ზედაპირულ ფენასთან იცვლება, გადადის ანაერობულში, წყლის ქვედა ფენებში ჟანგბადი იწურება, ხშირი ლელქაში ხელს უშლის წყლის ცირკულაციაში, ზაფხულში ზევიდან იქმნება წყლის გამთბარი ფენა, შეინიშნება ჟანგბადის კონცენტრაციის შიდა საფლელამისო რხევა სიღრმის მიხედვით. ტემპერატურის ცვლილება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მცენარის მიერ ორგანული ნივთიერების გამოყვანაზე. ტემპერატურის ცვლილებასთან ერთად იწყება მიკროორგანიზმების ადაპტირება, იცვლება მცენარეთა ნაირსახეობა (Kadlec, 1997). მცენარეთა ფესვები სეზონის განმვლობაში ახორციელებენ ჟანგბადის ტრანსპორტირებას.

ზოგიერთი მკვლევარი ვარაუდობს, რომ ჟანგბადის ტრანსპორტირება ჩამდინარე წყლების გაწმენდის მნიშვნელოვანი კომპონენტია (მაგალითად, ჩამბელ და გდენ, 1999). სხვა მკვლევარები უარყოფენ ამ ფაქტს და მიიჩნევენ, რომ გაწმენდა არ შეიძლება იყოს ეფექტური სეზონური ცვლილების და ტემპერატურის ვარდნის გამო.

ჭარბტენიანი მიწების მცენარეები, როგორც ცნობილია, ახორციელებენ ჟანგბადის ტრანსპორტირებას, რათა შეინარჩუნონ ანაერობული სუნთქვა და გამოიწვიონ ფიტოტოქსიკური ნაერთების დაჟანგვა (Fe^{2+} , Mn^{2+} , S_2^-) რიზოსფეროში. ზოგიერთი მცენარე ჟანგბადის ტრანსპორტირებას ახორციელებს ფესვების ზონაში და ამით ხელს უწყობს მიკრობულ აქტივობას (Reddy et al, 1989; Bodelier 1996; Armstrong, 1990), და ეს ზოგჯერ შეადგენს ჟანგბადის 90%-ს, რომელიც შედის სუბსტრატში (Reddy et al, 1989).

3. ღასკვნა

განხილულია დასახებულ ადგილებში საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო ფეკალური ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი ჭარბტენიანი ეკოსისტემებით ტექნოლოგიური გაწმენდის დადებითი საზღვარგარეთული გამოცდილება. აღნიშნულია ასეთი სისტემების გამოყენების ეფექტურობა, იქ, სადაც სათანადო ტრადიციული გამწმენდი საშუალებების მშენებლობის და ექსპლუატაციის ღირებულება ადგილობრივი ბიუჯეტისათვის მიუწვდომელია.

ბილოცვა



აკადემიკოსი ელგუჯა
მემარიაშვილი 70
წლისაა!

ელგუჯა მემარიაშვილი პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის გენერალური კონსტრუქტორი (1999); მეცნიერი კოსმოსური ტექნიკის და სამხედრო საინჟინრო დარგში, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრი, აკადემიკოსი 2001 წლიდან, გენერალ-მაიორი (1999); ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი (1994);

პროფესორი (1995); სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი (1996); გიორგი ნიკოლაძის სახელობის პრემიის ლაურეატი (2007); საქართველოს, საბჭოთა კავშირის, საერთაშორისო ორგანიზაციების სახელმწიფო და საუწყებო ორდენებისა და მედლების, მათ შორის ვახტანგ გორგასლის I ხარისხის ორდენის კავალერი (1999) - დაიბადა 1946 წელს 17 აგვისტოს ქალაქ ბათუმში. მშობლები: დედა ალექსანდრა გიორგაძე მშენებელი, მამა ვიქტორ მემარიაშვილი ელექტრიკოსი.

დაამთავრა ბათუმის 1 საშუალო სკოლა 1964 წელს ოქროს მედლით. საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის წარჩინების დიპლომით დაამთავრების შემდეგ 1969 წელს ამავე ინსტიტუტში იყო ასპირანტი, შემდეგ დოცენტი, პროფესორი და შემდეგში ჯერ “სამშენებლო კონსტრუქციების” და შემდგომში მის მიერ დაარსებული “სამხედრო-საინჟინრო შეიარაღების და სპეციალური ნაგებობების” კათედრის გამგე.

ჩვენი ქვეყნისათვის ისტორიული მნიშვნელობა ჰქონდა ელგუჯა მემარიაშვილის მიერ 1999 წლის 23 ივლისს ორბიტაზე პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის გაყვანას. აკადემიკოს ელგუჯა მემარიაშვილის მოღვაწეობის ძირითად მიღწევად მიჩნეულია: პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის შექმნა და მისი ორბიტაზე გაყვანის და პროგრამა “რეფლექტორის” წარმატებული რეალიზება ღია კოსმოსურ სივრცეში. კოსმოსური ობიექტი ჩამოსცილდა ორბიტალურ სადგურს და დაიწყო თავისუფალი მოძრაობა დედამიწის ირგვლივ ორბიტაზე. ყოველი წლის 23 ივლისი საქართველოში, პრეზიდენტის ბრძანებულებით (№337 19. 07. 2002წ.) დაწესებულია “პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის დღე”. მისი სამეცნიერო და სამხედრო მოღვაწეობით საქართველოში შეიქმნა: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამხედრო-საინჟინრო შეიარაღების კათედრა; სახელმწიფო სპეციალური საკონსტრუქტორო ბიურო; საქართველოს კოსმოსურ ნაგებობათა ინსტიტუტი; საქართველოს შეარაღებული ძალების სამხედრო-საინჟინრო აკადემია; ნაგებობების და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი; სასწავლო დისციპლინა – ტრანსფორმირებადი ნაგებობები და სადოქტორო პროგრამა – სამხედრო მეცნიერების დარგში.

ელგუჯა მემარიაშვილი 1999-2004 წლებში არჩეული იყო საქართველოს პარლამენტის წევრად, სადაც მას ეკავა სამხედრო მრეწველობის ქვეკომიტეტის

-

«

»

თავმჯდომარის, ფრაქციის თავმჯდომარის და საპარლამენტო თემატური უმრავლესობის ლიდერის თანამდებობა.

ელგუჯა მექმარიაშვილი მისი მრავლმხრივი მოღვაწეობის ოფიციალური აღიარების გარდა, იგი არჩეულია მცხეთის საპატო მოქალაქედ. მას გადაეცა საქართველოს პატრიარქის საპატო სიგელები – თბილისის ყოვლადწმიდა სამების საკათედრო ტაძრის მშენებლობაში მონაწილეობის მიღებისათვის და საქართველოს მეცნიერებაში შეტანილი განსაკუთრებული წვლილისათვის.

აკადემიკოს ელგუჯა მექმარიაშვილს საქართველოში და საზღვარგარეთ გამოქვეყნებული აქვს 300-მდე სამეცნიერო შრომა, რომლებიც მოიცავენ მონოგრაფიებს, სახელმძღვანელოებს, სამეცნიერო სტატიებს და გამოგონებებს, რომელთა ნაწილს მინიჭებული აქვთ გრიფი “საიდუმლო” და “სრულიად საიდუმლო”.

მისი მონოგრაფებიდან საეტაპო გამოცემული «Трансформируемые конструкции в космосе и на земле», თბილისში გამოცემული “საქართველოს სამხედრო-საინჟინრო დოქტრინის საფუძვლები” და გერმანიაში ინგლისურ ენაზე გამოცემული “Novel approach to indirect actions of military theory”. მის მიერ რეალიზებულ სამუშაოებში აღსანიშნავია საქართველოს თავდაცვითი დანიშნულების და ექსტრემალური პირობებისათვის შექმნილი მობილური სწრაფად ასაგები, ინვენტარული 48 მეტრი სიგრძის ხიდი.

აკადემიკოსი ელგუჯა მექმარიაშვილი, ინტერნეტ საიტზე «Конструкторы ракетно-космических систем» დასახელებულია აღიარებულ 81 კონსტრუქტორს შორის. იგი არის საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამხედრო მეცნიერების სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარე. არჩეულია მრავალი აკადემიის წევრად. არის საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციების საორგანიზაციო კომიტეტის და მრავალი სამეცნიერო ჟურნალის სარედაქციო საბჭოს წევრი. მისი სამეცნიერო მოღვაწეობა და ბიოგრაფია შეტანილია მსოფლიოს უმთავრეს ბიბლიოგრაფიულ გამოცემებში. ინგლისურ, ქართულ და რუსულენოვან ინტერნეტ ენციკლოპედიაში Wikipedia, ასევე ენციკლოპედიაში “თბილისი” (2002) და სხვა მრავალ გამოცემებში.

ბატონი ელგუჯა მექმარიაშვილის მოღვაწეობამ განაპირობა საქართველოში რამოდენიმე ათეული მილიონი დოლარის ექვივალენტის ფინანსების შემოდინება; ასეულობით სამუშაო ადგილის შექმნა, უნიკალური სასტენდო კომპლექსების აგება ბორჯომსა და საგურამოში, ახალი ტექნოლოგიების შემოტანა, შეკვეთები წარმოებებში, კონსტრუქციების შექმნა, რომელთაც ანალოგი არ გააჩნიათ მსოფლიოში, კოსმოსურ პროგრამებში საქართველოს მონაწილეობა, ჩვენი ქვეყნის პრესტიჟის წარმოჩენა საერთაშორისო არენაზე და პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის წარმატებული გაშვება ორბიტაზე.

დიდია ელგუჯა მექმარიაშვილის სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ღირებულება. მის მიერ შემოთავაზებული და განხორციელებული ახალი ტიპის კონსტრუქციების თეორიულ-ექსპერიმენტალური და ზოგადად თეორიულ-ანალიზური კვლევების შედეგები მნიშვნელოვანია, როგორც დღევანდელი ინჟინერ-მკვლევარებისათვის, ასევე მომავალი თაობებისათვის.

ბატონი ელგუჯა მექმარიაშვილი ცხოვრებაში გამოირჩევა შრომისმოყვარეობით, განსაკუთრებული თავმდაბლობით, მეტყველების და ქცევის მაღალი კულტურით, კოლეგიალობით, პრინციპულობით, კეთილგონიერებით და ღრმა პროფესიონალიზმით. არის მაღალი ზნეობის მოქალაქე, მეუღლე, მამა, ბაბუა და მეგობარი.

გუსურვებთ ბატონ ელგუჯა მექმარიაშვილს ჯანმრთელობას, დღევანდელ და შემდეგ წარმატებებს ჩვენი ქვეყნის სასახელოდ.

სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტი
სამოქალაქო და სამრეწველო
მშენებლობის დეპარტამენტი



ПОЗДРАВЛЯЕМ

Доктора технических наук, профессора, Академика
Барбакадзе Владимира Шалвовича с юбилеем – 75 летием.

Академик Барбакадзе В.Ш. – автор крупных научных работ в области строительных наук, к которым относятся следующие его разработки:

- теория расчета и проектирования строительных конструкций в деформируемых средах с учетом углового выреза (смешанный метод расчета применительно к задачам расчета строительных конструкций в деформируемых средах);
- теория и практика моделирования железобетонных и армополимербетонных конструкций;
- развитие вопросов оптимизации и исследования строительных конструкций на моделях (статика и динамика);
- новые конструкции и сооружения городского и транспортного назначения, подтвержденные авторскими свидетельствами на предмет изобретения и патентами;
- развитие теории расчета строительных конструкций на упругом основании;
- долговечность и надежность строительных конструкций и сооружений;
- математическое моделирование физических явлений.

Профессор Барбакадзе В.Ш. является активным участником международных научных конференций. На международном Конгрессе по механике грунтов и фундаментостроению, в 1981 году в Стокгольме имел генеральный доклад «Теория и практика подземных сооружений». Его труды известны во многих странах мира.

Академик Барбакадзе В.Ш. был назван победителем нескольких международных номинаций в 2008 г. и 2010г.

Его имя внесено в книгу биографий ученых США “Great Minds of the 21 Century” и “International Biographical Centre” Cambridge, UK с награждением дипломами и медалью «Outstanding Intellectuals of the 21 Century».

Именем Академика Барбакадзе В.Ш названа звезда в созвездии Большой Медведицы (URSA Minor BA 14h 37m 21.63s. D74°40'0.90”).
Его основной лейтмотив – Грузия – сердце и жизненный путь.

Редакционный Совет

SUMMARIES

J. Gigineishvili, N. Intskirveli, G. Gedevanishvili, N. Kavtaradze. MODERN WAYS TO THE PREVENTION AND MINIMIZATION OF RISKS RELATED TO PLANNING AND DESIGN SOLUTIONS ACTIVITY OF HISTORIC AND MONUMENTAL ARCHITECTURAL MONUMENTS DANGEROUS AND DAMAGED BUILDINGS. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

There are a lot of different purposes monumental architectural monuments in Georgia, most of which are in need of urgent reinforcement, restoration, rehabilitation and restoration works. In recent years also are increased dangerous and damaged residential and public buildings. As causes of accidents are usually named: changes in the under foundation soils caused by man-made processes, malfunctions in their maintenance, improper operating conditions and so on. In this case, the dangerous building is considered as a complex system, which has undergone deformation and destruction, in bearing elements are originate cracks, often are damaged and actually degraded construction materials and other components in load bearing structures.

In the paper is revealed ways and means of restoration and rehabilitation of historical monuments, as well as other building technical research, based on their mode of deformation and versatile analysis by modern materials.

D. Gurgenidze, A. Chikovani. CONCRETE MODIFIED ON GYPSUM BINDERS. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

Is obtained the gypsumcement- pozzolanic binder that has great strength and high (80...90%) water resistance. Also is developed composite gypsum binder with Portland cement, active mineral component, and fluidifier additives. This binder up to 1.2 ... 1.5 times is stronger than gypsumcement- pozzolanic binder and is more water resistant.

A. Prangishvili, Z. Tsikhelashvili, N. Chkheidze, Y. Kadaria, P. Giorgadze. Expected results from the installation of floating structures waves mitigation coastal strip of the Black Sea. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

It is recommended the use of floating structures waves mitigation engineering hydraulic structure (related complex), an innovative type of protection for the coastline of the Black Sea in order to ensure environmental safety in areas where there is intensive destruction of the shoreline. The introduction of innovations may also be marked in the projects of reconstruction and development of an open port.

L. KLIMASHVILI, N. NEBIERIDZE. ON THE POSSIBILITY OF A SCHEMATIC DIAGRAM OF THE MECHANICAL AND BIOLOGICAL WASTEWATER BIT OF WATER CITIES AND SETTLEMENTS. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016.

Consider the possibility printsipialnaya scheme of mechanical and biological treatment of waste water bit of cities and populated areas, based on the source of contamination and kontsentratsii.v complex mechanical treatment facilities offered ispolzovanie biological treatment and secondary clarifier biofiltr together with a disinfectant unit which harrakterizuetsya high efficiency (89%) and minimal energy consumption.

T. Kvitsiani CHANGE OF GROUND SLOPE ULTIMATE MODE OF DEFORMATION IN MINING OPERATION PROCESS. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016.

In the paper is considered solution of slopes stability at mining works by the method of maximum tension, when the slope massive contains weakened surfaces $K' < K$ and $\sigma < \sigma_c$ characteristics. For the solution of tasks is determined the conditions of necessity that in ground contact weak points simultaneously will be satisfied conditions of routine and actually limit special equilibrium. In addition $\sigma = f(K, \dots, K, \dots, \tau)$ functional relationship is determined analytically. For solution of task are determined boundary conditions and are obtained dependencies that are valid not only for the limit tension condition of tense, but also for limit equilibrium conditions.

-

«

»

R. Imedadze, L. Beridze, T. Magradze MINIMAL ENVIRONMENTAL POLLUTION GARBAGE BURNT STATIONS. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The article contains the abroad experience for solution of this issue: in particular, is considered the principle of such stations operation and construction. Is stated the relevance of these issues solution for our country, as well as recommendations, also are mentioned performed in the garbage burnt stations technological processes and their constructive peculiarities.

D. Gurgenidze, L. Kakhiani, M. Suladze Reinforced concrete frame high-rise buildings and earthquake engineering problems in the. . Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The article set out the projects and the construction of buildings in earthquake engineering problems, the calculation methods for the improvement of research directions and tasks.

I.Kvaraia, A.Pirosmanishvili. The numerous possibilities of using modern scaffoldings. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The article discusses the numerous possibilities of using modern metal scaffoldings during construction, renovation and reconstruction works. Their strength and versatility greatly simplifies the reinforcement and installation works.

Sh. Bakanidze, L. Zambakhidze, G. Shalitauri. ON ISSUE OF WINDOWS AND DOORS BLOCK ATTACHMENT IN BUILDINGS FAÇADE WALLS. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

Is considered the issue of windows and doors blocks attachment in buildings façade walls openings. Based on numerical example is justified that at determining wind loading on them beside taking into account the location, type and height of building is necessary to check fasteners not only on shear, but also on bending.

A. Nadiradze, A. Kankava. New Generation Concretes on the Basis of Fine-Grained Powder Mixes. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The paper dwells on the development stages of the common building cement concretes, and in accordance with these stages, the issues of the improving the compositions of these concretes. There are posed the problems of possibilities of producing the new generation high-performance concretes on the basis of hyperplasticizers and active mineral additives. There are studied the possibilities of producing the high-performance concretes with complex organic-mineral additives, and especially the high-strength powder concretes, as well as their technical properties. There are investigated the strengthening and strength-improving mechanism for these concretes, as well as kinetics of the action of powder-accelerators in road-metal concretes.

A. Akhvlediani, A. Gogoladze, G. Akhvlediani. TYPES OF WIND ENGINES. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The wind power plants due increasing in their dimensions and towers height in high wind potential areas, makes their nominal capacity utilization ratio up to 24-25%, while for 2018-2020 is expected to reach 28% of its value ranges. Modern wind power plants reach high-efficiency in optimal conditions their multi-aggregate arrangement (with taking into account wind direction and topography of the place).

L. Avalishvili, Z. Kavlelashvili, M. Tavadze, Kh. Gorjoladze. CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE FRAME STRUCTURE ON SEISMIC RESISTANCE BY TABLES. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The paper presents a theoretical study of the seismic resistance of reinforced concrete frame by two degrees of freedom dynamic design scheme. For computer calculation is used special engineering program "Lira". Are received dynamic parameters - oscillation periods T_1 and T_2 , dynamics coefficients γ_1 and γ_2 by varying of geometric parameters of frame elements and possible really loads. Is carried out the factor analysis of key dynamic parameter - period; are evaluated differentiated and quantitatively (percentage) the impact of acting on period factors. The obtained in the form of tables result accelerate the calculation and simplify designer's work, in which is reflected the practical value of this work.

-

«

»

A.Khatelashvili. Network-Centric War (NWC). Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

Forms, ways and means for the conduction of military actions and operations are intensively developed in the modern world along with the technological progress. Rapid development of technology caused the necessity of joint usage of the air-space during the military operations.

T. Batsikadze, N. Murghulia, J. Nizharadze. Non-cylindrical composite membrane deformation Issue. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

In the paper is considered two layer cylindrical shell, the outer layer of which obeys to Hooke's law, and the inner layer of material can not resist the shear deformation. Therefore deformations have non-stationary nature. Based on the Ostogradski-Hamilton principle is obtained the basic simultaneous equations, for solution of that is applied finite differences numerical integration method.

I. Maspindzelishvili, I. Kadaria. DETERMINATION OF LOCATION OF POINT RELATED TO GIVEN IN SPACE CONVEX POLYGON IF THE POINT AND POLYGON ARE LOCATED ON ONE PLANE Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

Are determined conditions of location of point related to given in the space convex polygon. In particular, what conditions would be met for point location on the polygonal area, or outside it, if point and polygon are located on one plane. The proposed method would be used to solve practical problems in geodesy, descriptive geometry and structural mechanics.

D. Jankarashvili, D. Tabatadze, K. Iashvili, L. Korganashvili, L. Kristesiashvili. Gamchimavi centrifugal forces of the impact of the drive for a corner speed and intensity of the load, constant thickness of the inner contour with Swivel drive freely based on the calculation. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The bending of elastic ring, rigidly fixed disk in the field of centrifugal forces is reduced to solution of having two variable coefficients differential equation. Instead these two differential equations are solved their equivalent Voltaire type integral equation, by numerical methods, proposed by Sh. Mikeladze.

D. Bakradze, T. Amkoladze. CENTRIFUGE METHOD OF CONCRETE CURING. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The method of concrete molding and centrifugation is used in a rational and efficient form of tubular piles, power lines and lighting posts as well as in other structures. Centrifugal molding of pipes and tubular structures are performing in centrifugal machines in which a cylindrical mold with a concrete mixture rotates with required speed.

As basic quality indicator of the new concrete casing is considered the quality of binder which is numerically equal to the hardened concrete mixture with concrete "theoretical" density.

L. Klimiashvili, D. Gurgenzidze, A. Chikovani. Concrete technical standards in accordance with European codes. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

In the article is stated a list of basic normative documents that are used in our country and European countries for concrete quality control.

T. Papuashvili, V. Jgamaia, M. Sulamanidze. RHEOLOGICAL PROPERTIES OF RUBBER-BITUMEN AND POLIMER BITUMEN. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

In the present paper is considered a new method, due that is possible to defined bitumen-mineral mixture as a complex binder rheological properties - in particular, the shear strength and its dependence on temperature in the range of -36°C up to $+180^{\circ}\text{C}$; damping ability; temperature of softening start, yielding and hardening; binder work capacity and its plasticity interval. The presented method is used to relative assessment of the quality in polymer-bitumen binders: -40, alpabit -60, alpabit -90 and rubber-bitumen binders - and SRMB. At the same time is studied the modification of mentioned materials according to their thermal and frozen resistance, is carried out quantitative assessment.

D. Giorgobiani, V. Sokhadze. ANALYSIS OF THICK-WALLED CYLINDER CALCULATION AT COMBINED DEFORMATION CONDITIONS. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

In the paper is considered hollow circular cross-section thick-walled cylinder that is made from non-compressive isotropic material. It withstand uniaxial tension along the cylinder axis, longitudinal shift, which

-

«

»

is depend only on the distance up to the axis of cylinder, torsion, at which the torque angle is proportional to the distance of the one surface of cylinder prior deformation. By obtained expressions is possible to carry out analysis of thick-walled cylinders in the case of combined deformation.

M. Javakhishvili, J. Samkharadze. POSSIBILITIES TO ACHIEVE DESIRED ACOUSTICS AND SOUND QUALITY HIGH INSULATION CAPACITY. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

In this paper is considered the negative aspects of impact of noise on human and are assesses the possibilities to create an acoustics and sound insulation high capacity.

I. Kvaraaia. Technological solution of high openings arrangement on the circuit surface of reinforced concrete. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The article discusses technological process of high openings arrangement on the circuit surface of reinforced concrete, which can be successfully used in other similar works.

T. Kvitsiani ANALYSIS OF ROCKS SLOPE STABILITY BY METHOD OF MAXIMUM TENSION. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

In the paper is considered the theory of plane problems of loose environment ultimate tension. Is applied the stressed state of elasticity theory for arbitrary linear deformable bodies of partial differential equations of equilibrium. Are obtained along the sliding curve for ordinary simultaneous differential equations and algebraic finite difference simultaneous equations that gives the possibility to determine the approximate values of the unknown, as well as areas of settling and buckling of minimum and maximum stressed state.

O.G. Khazaradze, F.G. Verulashvili, V.Sh. Turashvili. BEAMS CLOSED SECTION. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

In the work are considered the application of metal closed section composite beams. Closed, in particular, box, cross-sections are applied at necessity of increasing the stiffness of beams in the transverse direction. Higher load bearing ability of closed section at the work on bend in the two plane as well as at torsion.

Sh. Bakanidze, L. Zambakhidze, G. Shalitauri. STABILITY OF SLOPES COMPOUND FROM ROCK AND HALF-ROCKS FORMATION LAYERS. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The article analyzes issue of stability of slopes compound from Rock and half-rocks formation layers. On the basis of numerical calculation is determined that at coincide of slope and rock layers stability of slope will not be provided.

A. Akhvlediani, A. Gogoladze, G. Akhvlediani. APPLICATION OF AUTOREGRESSION MODEL AND INTEGRATED SLIDING AVERAGE FOR SHORT-TERM FORECASTING OF RIVER FLOW. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The behavior of many empirical time series is like as they did not have a fixed average value. No even at this they are as uniform in the sense that if you do not take into account the local level, or perhaps local level and trend, any part of the time series in its behavior in many ways is like to any other part. Models, describing such a uniform non-stationary behavior would be obtained by assuming that some suitable difference of the process is stationary. Let's consider the properties of most important class of models in that the d difference is the stationary APCC mixed process These models are called as processes of autoregression- the integrated sliding average (). Stochastic observation series over the average sample flow of the river for some rivers would be attributed to such processes. Model of autoregression and integrated sliding average () was proposed by American scientists Box and Jenkins in 1976 (1) as one of the assessment methods for unknown parameters and time series forecasting.

A.Khatelashvili. Project of Military Satellite System. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

Current project of defense satellite system includes four directions: Protected, wideband, wideband broadcasting and narrowband. The fifth direction that also contains commercial SATCOMOM system is integrated with MILSATCOM (Defense Satellite System) services as well.

G. Nozadze. Two pillars freely drawn from experimental research chip carvin. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

Sectional area of the composite structures for use in the construction industry is very high. They are very important for the calculation of the load for the operation of the creep deformation. In theory, all combine these values a component of a homogeneous element at any time and experiments to prove these calculations justice. Saeksperimentod We made 2 meter long reinforced concrete beams tesebri carving; Ankle rib made BB20 class, while on the shelf - BB15 class concrete. The experiment aimed to verify the accuracy of the theoretical calculations.

T. Makharashvili, G. Khoferia. foreign experience of reconstruction of large residential areas of the Soviet period. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

this article discusses interesting examples of the architectural planning problems caused by the apartment arrays built during 1950-1970 in the Soviet Union and its neighboring countries.

using this experience a method of reconstructing and rehabilitating similar apartment arrays in Georgia can be created.

M. Begiashvili, N. Mumladze, T. Shubitidze. PERIMETER OF ORTHOCENTRIC TRIANGLE. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

In the article is considered property of orthocentric triangle: perimeter of inscribed in ABC acute triangle orthocentric triangle is the smallest in comparison with perimeter of arbitrary inscribed in it triangle. The paper presents the graphical interpretation of geometric transformations (symmetry). Transformation by axial symmetry of ABC triangle and inscribed in it orthocentric triangle, as well as inscribed in the same acute triangle confirms this property without proving geometric formulation. Related with orthocentric triangle perimeter issue in the geometry is considered with theorem proving.

T. makharasashvili, G. kheladze. Tbilisi parks and recreational landscapes formation during XIX-XX centuries (Soviet and postsoviet periods). Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

The arcicle covers retrospective development of parks and recreational culture in Tbilisi during XIX-XX centuries, their differentiation and problems derived through these years. The article covers both. Soviet and post soviet periods and retrospective analysis of the formation of Tbilisi recfeational territories.

L.Klimiashvili, N.Nebieridze. About foreign experience wastewater natural wetland ecosystems. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(42), 2016

We consider the positive experience of technological purification of bit-fecal wastewater populated areas to natural wetland ecosystems. It noted the effectiveness of such systems, where local byudzhetom building and operation of conventional treatment plants.